

Québec

L'erreur de Darwin

Volume 32, numéro 3
Novembre 1993, 3,45 \$

Science

ER
169

Médecine :
souffrance
utile

hypnose

ariolo :
étruire la
ombe

ernand Dumont :
naissance
une nation

es montres
numériques

ce
qui
est
vrai



Pouvez-vous le faire EXPERTEMENT ?

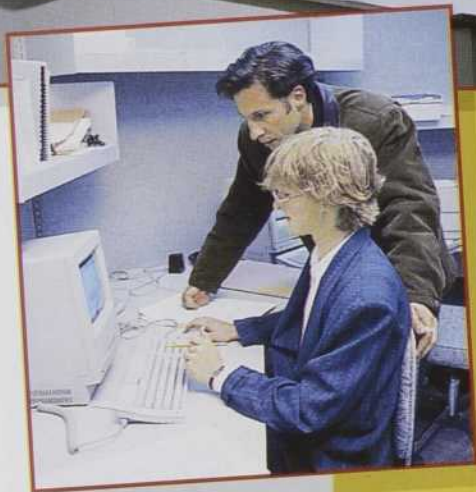
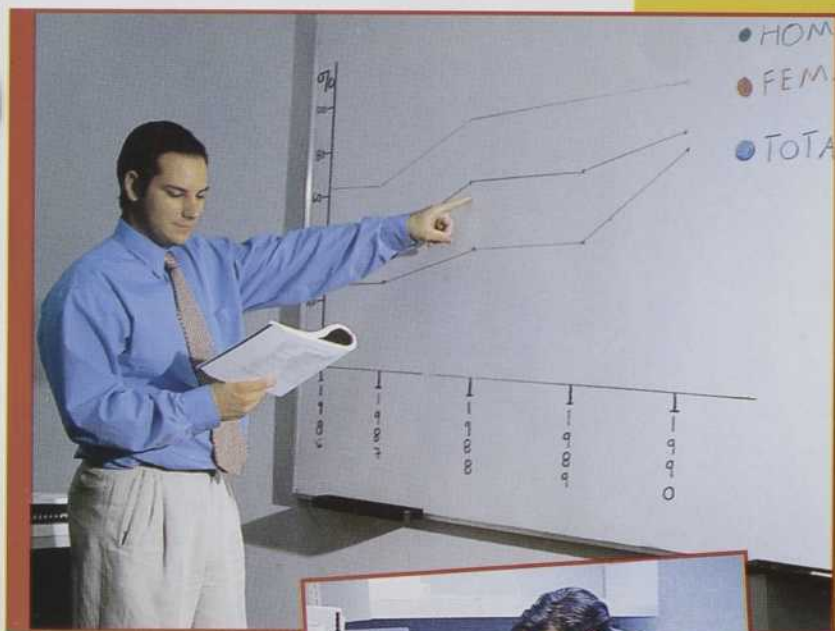
Vous avez besoin...

- de recueillir des données spécifiques et précises relativement à une situation particulière...
- de traiter les données recueillies selon des méthodes sûres et validées...
- d'analyser et d'interpréter les résultats d'un traitement de données...
- de communiquer avec clarté et efficacité les conclusions d'une analyse...

Nous vous proposons les services d'un technicien, d'une technicienne en recherche, enquête et sondage.

Vous bénéficierez d'une expertise...

- en cueillette de données par recherche documentaire, par enquête sociologique ou par sondage populaire...
- en traitement de données qualitatives et quantitatives par des méthodes et techniques informatiques...
- en analyse et interprétation de données selon des barèmes de fiabilité reconnus...
- en communication de données à l'aide de moyens médiatiques modernes...



Le programme des Techniques de recherche, enquête et sondage est offert dans les collèges suivants :



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 ouillés, 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 décembre 1993.

OUI

- je m'abonne
- je me réabonne à Québec Science.

- 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 11)

numéro d'enregistrement et la TPS : 1-1335-97427
numéro d'enregistrement et la TVQ : 013609086

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

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

- le bandeau
- le bandeau et la reliure (abonnement de deux ans)
- le bandeau et 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 _____



Gratuit

Abonnez-vous, réabonnez-vous et recevez votre cadeau de Noël



Le bandeau polaire en polar doux et chaud, réversible

En plus :

Abonnement de 2 ans : 1 reliure gratuite
Abonnement de 3 ans : 2 reliures gratuites



Science hollywoodienne

L'histoire de Lorenzo commence en 1984. Jeune Américain de six ans, Lorenzo Augusto souffre d'adénoleukodystrophie, une maladie héréditaire du système nerveux. Ses nerfs perdent leur myéline, il mourra probablement dans deux ans. Mais ses parents sont doués d'une rare détermination. Sans aucune formation scientifique, ils lisent tous les rapports de recherche sur cette maladie. Ils veulent trouver une cure.

Symptôme jugé secondaire, la maladie s'accompagne d'un déséquilibre des acides gras dans le sang. Coup de génie ! Les parents conçoivent une huile alimentaire qui remédie à ce déséquilibre. L'huile stoppe la maladie. Après d'âpres batailles avec des scientifiques qui s'opposent au traitement, le gouvernement homologue l'huile comme supplément alimentaire. D'autres enfants pourront être soignés avec l'huile. Une décennie après avoir été condamné à mort, Lorenzo est aujourd'hui encore vivant.

L'histoire, qui est vraie, a tous les éléments d'un film américain typique. Hollywood s'en est donc emparée. *Lorenzo's Oil* prenait l'affiche l'an dernier.

Il y a cependant un hic. Depuis quelques mois, différentes études américaines et européennes arrivent à la même conclusion : l'huile est inefficace. Si Lorenzo a survécu — il faut préciser qu'il est complètement paralysé —, c'est parce que de rares patients résistent naturellement à la maladie jusqu'au début de la vingtaine. La cure miracle n'existe pas.

Je propose trois morales à cette histoire. La première, c'est que les cinéastes qui prétendent raconter une histoire vraie ne devraient pas entretenir de faux espoirs sur quelque chose d'aussi important que la vie des enfants.

La seconde, c'est que les parents de Lorenzo sont probablement naïfs quand ils ne croient pas aux résultats des études, quand ils ne croient pas que leur enfant mourra.

La troisième, c'est qu'ils ont malgré tout raison de ne pas y croire. Ce sont souvent des gens comme eux, qui s'attaquent à des causes perdues d'avance, qui font bouger les choses. L'huile semble être inefficace pour les enfants malades, mais les résultats ne sont pas encore connus pour les enfants encore en santé qui sont condamnés à développer la maladie. Même si les chercheurs ne sont vraiment pas optimistes, ils espèrent que l'huile prévient la maladie chez les enfants à risque.

Étienne Denis

Chroniques



37
Livres

38
Histoires de science
La Grande Guerre chimique

La Première Guerre mondiale a été une guerre chimique. Elle a ainsi servi d'argument pour financer la recherche en chimie.

40
La dimension cachée
Les montres numériques
Les pendules ont été remplacés par de minuscules cristaux solides ; les aiguilles, par des cristaux liquides. Anatomie d'une montre à affichage numérique.

42
Opinion
Christian Roy : l'argent, l'impôt et la science
Les crédits d'impôt sont maintenant une source majeure de financement pour la recherche universitaire.

Actualités



6
Variole : détruire la bombe
Faut-il détruire les éprouvettes contenant les dernières souches de la variole ? Les conserver serait très dangereux, mais les détruire nous priverait peut-être d'une cure contre le cancer.

8
Psychologue... mais humain !
Une enquête américaine révèle la face cachée de la relation entre le psychologue et son patient.

10
Ruée vers les diamants ?
On a découvert le précieux cristal en Abitibi.

11
Résistance chez les rats



18

Élections
Attention : sondages !
Pourquoi certains sondages sont fiables, alors que d'autres ne le sont pas.

21

Génétique
La carte du génome, version française
Avec son projet Généthron, la France fait un petit pied de nez au reste de la planète.



12

Médecine
La souffrance inutile

Par ignorance, plusieurs médecins laissent souffrir leurs patients. Est-ce le cas du vôtre ?



32

Évolution et comportement
L'erreur de Darwin
Les animaux les plus forts et les plus combattifs ne survivent pas nécessairement mieux. Souvent, l'altruisme et la coopération sont plus efficaces. Des idées qui bouleversent la biologie.

Sciences alternatives



28 La vérité sur l'hypnose

Selon la publicité, l'hypnose serait efficace pour traiter l'alcoolisme, l'insomnie, les problèmes sexuels, etc. Pour savoir ce que l'hypnose peut faire, ne peut pas faire... et ne doit pas faire.

24

Entrevue

Fernand Dumont : la naissance d'une nation

Formons-nous vraiment une nation ? D'où vient notre nationalisme ? Quel a été le rôle des Anglais ?



Actualités

Variole

Sentence de mort pour un virus

Le virus de la variole a décimé des populations entières. L'ennemi est aujourd'hui terrassé. Il n'en reste que deux souches connues : une aux États-Unis, l'autre à Moscou. Si le virus s'échappe de son éprouvette, les dégâts seront terribles. Paradoxalement, on vient de découvrir qu'une partie du virus pourrait servir de traitement contre le cancer. L'humanité fait face à un dilemme : faut-il conserver ou détruire le virus ?

par Claude Marcil

Dans les entrailles d'un laboratoire à Atlanta, derrière une porte sous surveillance électronique, un réfrigérateur cadenassé abrite un jeu d'éprouvettes. À plus de 5 000 kilomètres de là, dans un institut scientifique de Moscou, une collection semblable attend, gelée dans l'azote liquide, sous la surveillance constante de rondes policières.

Ces précautions sont amplement justifiées. Les éprouvettes contiennent les dernières souches connues de la variole, un des virus les plus meurtriers que l'humanité ait connus.

Le pharaon Ramsès V aurait succombé à ce virus en 1157 av. J.-C. ; on le sait maintenant de façon certaine. Le dernier cas a été rapporté en 1977, en Somalie. Entre ces deux dates, une hécatombe. Ce véritable fléau a souvent changé le cours de l'histoire. Au 16^e siècle, 3,5 millions d'Aztèques — plus de la moitié de la population — sont morts de la variole pendant les deux années qui suivirent le passage de l'armée espagnole au Mexique. Deux siècles plus tard, le virus dévasta

les troupes de George Washington à Valley Forge. En 1885, à Montréal seulement, la variole a fait 2661 victimes.

La variole est un vilain petit virus qui se promène sur des gouttelettes microscopiques avant d'être inhalé par ses victimes, uniquement des êtres humains.

Les premiers symptômes sont des maux de tête, de la fièvre, de la nausée, des maux de dos, quelquefois des convulsions ou du *delirium*. La peau devient rapidement violacée. Lorsque la fièvre diminue, apparaît l'exanthème — des taches rouges qui se transforment en boutons, puis en grosses pustules jaunes, puis en gales. La variole affecte aussi la gorge et les yeux, enflamme le cœur, les poumons, le foie, les intestins et d'autres organes internes. La mort frappe une personne atteinte sur quatre. Les survivants restent couverts de marques — quand ils sont chanceux. Les autres deviennent aveugles, les yeux voilés de façon permanente.

Mais le vilain virus trouve des opposants. C'est le physicien

britannique Edward Jenner qui porte le premier coup sérieux contre la variole. En 1796, il remarque que les femmes travaillant dans les laiteries exposées à la vaccine (maladie de certains ruminants qui, transmise à l'humain, provoque une légère infection) semblent mieux protégées contre la maladie meurtrière. La même année, il « vaccine » pour la première fois un petit garçon avec du pus prélevé sur la main d'une femme contaminée. Il constate que l'enfant est désormais immunisé contre la variole.

Le vaccin de Jenner gagne en popularité, mais les progrès sont lents : beaucoup se méfient de la vaccination. Des émeutes ont même lieu — notamment à Montréal — contre la vaccination obligatoire.

Au cours du 20^e siècle, la variole décline en Occident et la vaccination cesse d'être obligatoire. Au Québec, ce vaccin n'est facultatif que depuis 1971. Mais le virus continue de faire des ravages en Afrique, en Inde et dans d'autres régions du tiers monde. Après une campagne mondiale de vaccination

qui dura une décennie, le dernier cas de transmission naturelle de la variole était recensé en 1977. On cesse les vaccinations de routine et, le 8 mai 1980, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) annonce que la maladie est vaincue. Au cours des années qui suivent, les souches du virus sont regroupées au Centre américain pour le contrôle et la prévention

Entre les mains de terroristes ou de chefs politiques déments le virus de la variole serait une arme redoutable. C'est pourquoi de nombreux scientifiques veulent que les dernières souches soient détruites.



Publiphoto / J.P. Laffont

Le virus de la variole pourrait théoriquement servir d'arme contre le cancer.

tion des maladies et à l'Institut de recherche pour les préparations virales de Russie.

L'idée de détruire les dernières éprouvettes émerge à la fin des années 80. L'URSS n'a alors pas encore éclaté, et les leaders des pays industrialisés craignent de voir le virus utilisé par les superpuissances lors d'une guerre bactériologique. L'arme serait particulièrement meurtrière, si on tient compte de l'arrêt des vaccinations de routine. Fait à noter : les États-Unis, l'URSS, le Canada et Israël ont poursuivi l'inoculation des soldats contre la maladie. Au cas où...

En mai 1990, le secrétaire américain à la Santé et aux Services sociaux annonce que son pays détruira les stocks de virus dès que les scientifiques auront fini de décrypter son code génétique. Il invite ses homologues soviétiques à faire de même. Ils acceptent.

Par la suite, un comité de l'OMS recommande à son tour la destruction des virus de la variole et fixe la date fatidique au mois de décembre 1993. Mais, suivant les recommandations d'un groupe d'experts, l'OMS accepte de reculer la date jusqu'à ce que le décodage des gènes du virus soit terminé. Pour

les deux souches du virus, le décodage génétique est terminé depuis le mois d'août dernier.

Surprise agréable pour les chercheurs : dans un groupe de gènes du virus, ils ont trouvé le code d'une protéine cruciale. Cette dernière ressemble au récepteur de la molécule qui tue les cellules tumorales. Le virus pourrait donc théoriquement servir d'arme contre le cancer. Le docteur Yuri Guendon, joint par téléphone à Genève, où se trouve l'OMS, nous met toutefois en garde : « Ces résultats ont été obtenus grâce à l'analyse par ordinateur du virus. Il faut encore les confirmer en laboratoire. »

La découverte a rendu l'alternative « détruire ou conserver » encore plus difficile à trancher. C'est lors de la prochaine assemblée annuelle de l'OMS, en mai 1994, que la décision sera prise.

Même si les scientifiques peuvent théoriquement synthétiser le virus une fois le code génétique connu, cet exercice serait presque impossible à cause de la complexité du micro-organisme. De plus, le décodage génétique n'élucide pas tous les mystères; les scientifiques ne font que commencer à comprendre les fonctions des gènes de ce type de virus. Par exemple, on ne sait toujours pas comment la variole fait pour déjouer le système immunitaire et causer une maladie aussi terrible. Détruire la variole signifie-t-il enterrer à jamais d'importants secrets scientifiques ?

Mais, pour les partisans de la destruction, les dangers du virus priment sur ses éventuelles vertus scientifiques. Imaginez en cas de désastre naturel, de guerre ou de révolution les conséquences d'une dispersion virale dans une population non protégée... Les scientifiques n'oublieront jamais l'accident qui a coûté la vie à Janet Parker, une photographe médicale de 40 ans, dans un laboratoire anglais en septembre 1978. Le virologue responsable du laboratoire fut si ébranlé qu'il se suicida.

La Société américaine de virologie et la Société américaine de microbiologie ont voté en faveur de la destruction des éprouvettes. Même l'American Type Culture Collection, une association à but non lucratif vouée à la préservation des micro-organismes, a fait exception à ses règlements en donnant aussi son aval à la destruction des stocks de variole.

Quelle sera la décision finale de l'OMS ? « Un débat musclé a divisé notre groupe de spécialistes lors d'une réunion au mois d'août dernier à Glasgow, en Angleterre, répond Yuri Guendon. Impossible d'arriver à un consensus ! Nous avons donc sollicité l'avis des plus grands spécialistes mondiaux de la variole. En mai prochain, nous demanderons à l'assemblée de l'OMS de se conformer à leur décision. » Pour le docteur Guendon, le virus a peu de chance d'échapper à la potence : « La question n'est pas de savoir si oui ou non le virus sera détruit, mais plutôt quand cela se fera. »

Si le virus est effectivement détruit, ce sera la première fois que les humains éliminent délibérément une espèce. ●



On parle beaucoup des liens que des psychothérapeutes nouent — entre deux draps — avec leurs patients. Mais selon une récente enquête américaine, ce n'est que la pointe de l'iceberg émotif dissimulé sous le masque professionnel des psychothérapeutes.

Quelque 600 questionnaires ont été envoyés à des psychologues choisis au hasard, et les résultats de cette enquête sur leur état émotionnel ont été publiés dans un récent numéro de la revue *Professional Psychology*. La majorité des 285 thérapeutes qui ont répondu avaient une approche psychanalytique et psychodynamique, mais les principaux courants de la psychologie étaient représentés. Les résultats sont surprenants.

Plusieurs thérapeutes vivent des tourments émotifs comparables à ceux de leurs patients : ils les désirent sexuellement, les craignent et quelquefois les haïssent. Or l'enquête révèle qu'ils ne sont absolument pas préparés à ce chaos émotif qui risque de rendre leurs thérapies inefficaces ou, pire, de les saboter.

À la Corporation professionnelle des psychologues du Québec, on met en doute la validité de l'échantillon de l'enquête. « Dans ce type de sondage, il arrive très souvent que ceux qui répondent aient des préoccupations particulières liées au questionnaire, précise le président Michel Sabourin. Les 315 personnes qui n'y ont pas répondu ne vivent probablement pas ce type de problèmes. J'aurais voulu pouvoir analyser et comparer l'échantillonnage des répondants et des non-répondants parce que certains chiffres me troublent. »

« Je ne suis pas d'accord avec la phrase "les thérapeutes ne sont absolument pas préparés à ce chaos émotif", renchérit le psychologue Gilles M. Ouimet, qui supervise les stages des

Éthique professionnelle

Psychologue... mais humain !

On consulte un psychothérapeute pour mettre de l'ordre dans ses émotions. Mais une enquête américaine révèle que les thérapeutes vivent eux aussi des tourments émotifs.

par Marie Riopel et Claude Marcil



Publiphoto / G. Philippart De Foy

La détresse émotive n'est pas uniquement du côté du patient, selon une étude américaine.

thérapeutes en formation au service de psychologie de l'Hôtel-Dieu de Montréal, dont il est aussi le directeur. Ça m'apparaît énorme. » Selon lui, les responsables de stages se préoccupent de ce que les thérapeutes en formation peuvent vivre ou ressentir. Il souligne que ce qui se passe dans le cabinet d'un psychothérapeute, qu'il soit psychologue ou non, est ex-

trêmement complexe et subtil. « Un regard qui s'attarde un peu trop longtemps peut suggérer un tas de choses. Au début, c'est très épuisant pour le nouveau thérapeute », dit-il.

Un ouragan d'émotions

Près de la moitié des psychologues qui ont répondu à l'étude américaine ont dit être si préoccupés par le bien-être d'un patient qu'ils ne pouvaient plus se concentrer, en perdaient l'appétit ou même le sommeil. Environ

90% ont ressenti une attirance sexuelle envers un patient et 58% ont été excités sexuellement en présence d'un patient. Un peu moins de la moitié soupçonnent un de leurs patients de ressentir une excitation sexuelle durant la thérapie.

« Il est humainement normal d'être attiré par quelqu'un dans la vie de tous les jours, dit Gilles M. Ouimet. Cela peut aussi se produire dans un cabinet de consultation. La différence, c'est que dans une thérapie, on essaie de comprendre l'origine de ces sentiments. Ceux-ci perdent de leur intensité parce qu'on en parle. » Le psychothérapeute qui prend conscience qu'il sort du cadre de son travail devrait avoir le réflexe de demander de l'aide à un superviseur ou à un collègue, croit Gilles M. Ouimet.

À peu près tous ceux qui ont répondu au questionnaire craignent le suicide d'un de leurs patients et 83% ont avoué avoir peur qu'un patient les attaque. De plus, presque le tiers des psychologues interrogés ont avoué haïr au moins un de leurs patients.

Bien sûr, des émotions intenses, aussi bien chez le thérapeute que chez le patient, sont normales dans le cadre d'une thérapie. Alors que le patient peut donner libre cours à ses émotions, ses fantaisies, ses terreurs profondes et ses colères (dont le thérapeute est d'ailleurs souvent la cible), le psychologue doit prendre conscience des siennes et les analyser, de façon à ce que son comportement ne soit pas fondé sur ces émotions. Ce n'est pas une tâche facile, surtout au cours des thérapies à long terme où une très forte relation s'établit entre le psychologue et son patient.

Les thérapeutes qui n'arrivent pas à contrôler ou admettre ces émotions frôlent le naufrage. Selon les chercheurs qui ont analysé l'enquête, ils peuvent

devenir émotivement absents afin d'étouffer leurs propres sentiments, devenir très critiques à l'égard d'un patient, voire annuler ses rendez-vous. Ils en viennent parfois à engueuler le patient, interrompre sa thérapie ou transférer son dossier à un collègue. « De tous ces scénarios, le plus approprié est bien sûr le dernier », commente Michel Sabourin. Le transfert du dossier doit cependant être expliqué au patient, pour qu'il ne se sente pas rejeté.



Mieux former les thérapeutes

L'un des responsables de l'enquête, le docteur Kenneth Pope de Los Angeles, souligne à quel point certains psychologues ont besoin d'être mieux préparés à maîtriser leurs émotions. Il affirme que la plupart des programmes américains de formation n'envisagent même pas l'éventualité de la haine d'un patient. Et comme ce sentiment entre en contradiction directe avec le rôle bienveillant et chaleureux du psychologue, les thérapeutes hésitent à se l'avouer et le cachent aussi à leurs confrères. Plusieurs psychologues interrogés au cours de l'enquête déplorait que

rien ne les prépare pas à admettre les émotions fortes qu'ils éprouvent envers leurs patients.

La situation serait différente au Québec. Lorsqu'il supervise des stages, la moitié du travail du docteur Ouimet porte sur les réactions du thérapeute envers le patient. « Toutes les réactions émotionnelles peuvent surgir. Il faut que le stagiaire explore ce que ça lui fait vivre pour être à l'aise avec toute cette gamme d'émotions au terme de son stage », dit-il.

Michel Sabourin insiste sur l'importance de ces stages de formation pratique, durant lesquels le psychologue apprend à

établir une distance entre le problème de son patient et sa propre réaction. Par ailleurs, selon le docteur Ouimet, l'approche psychanalytique favorise davantage l'analyse des émotions entre le patient et son thérapeute. Le quart des membres de la Corporation professionnelle des psychologues du Québec ont une orientation psychodynamique-analytique.

Selon les auteurs de l'enquête, les résultats ne surprendront pas les analystes qui, sensibles aux émotions intenses qu'ils éprouvent envers leurs patients, les utilisent justement comme outils de traitement. Contrairement aux psychanalystes, seule une minorité de psychologues ont eux-mêmes suivi une thérapie. Au Québec, la thérapie n'est pas essentielle pour devenir psychiatre, psychologue ou travailleur social, ni pour s'inscrire à une vaste panoplie de cours de spécialisation postuniversitaires.

« Le type d'approche utilisée par le psychologue ne nécessite pas toujours une thérapie, explique Michel Sabourin. Les interventions stratégiques brèves, par exemple, se centrent davantage sur un problème précis du patient plutôt que sur sa

relation avec le thérapeute. »

Gilles M. Ouimet demande systématiquement aux stagiaires qui ne l'ont pas déjà fait de suivre une thérapie pendant leur formation. « Je leur dis : "Écoutez, ça va devenir impossible à vivre pour vous. Même si je vous souligne que vous réagissez à telle ou telle émotion de votre patient, vous n'aurez aucun encadrement pour être capable de l'analyser. Je ne peux pas à la fois vous superviser et faire un travail thérapeutique avec vous." »

Pour Michel Sabourin, les résultats de l'enquête américaine vont sans doute encourager les responsables de la formation universitaire en psychologie à intégrer dans la grille des cours la question des pulsions érotiques ou celle de la peur qu'un thérapeute peut éprouver envers son patient. Jusqu'à maintenant, la formation québécoise abordait surtout les aspects positifs des sentiments du thérapeute à l'égard du patient. Après l'enquête américaine, il devient difficile d'ignorer l'envers du décor. ●

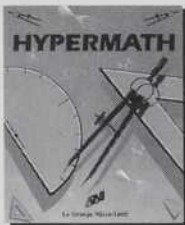
Pour en savoir plus, voir le numéro de mai de Professional Psychology.

LOGICIELS ÉDUCATIFS

MATHÉMATIQUE

Hypermath

Prix Apolog 1992
Découvrez les principales notions de géométrie, des fonctions trigonométriques et des coniques de façon dynamique et interactive. Avec plus de 180 écrans présentant les théorèmes et leurs démonstrations, Hypermath vous permet d'établir la correspondance entre la fonction et son tracé tout en accédant aisément aux notions théoriques.



Configuration requise
Macintosh avec 2 Mo de mémoire vive; disque rigide et Hypercard™ 1.2.5 ou 2.0.

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

BOTANIQUE

L'herbier Marie-Victorin

Prix innovation technologique '93
Explorez le monde végétal à l'aide de l'encyclopédie interactive. Apprenez à construire votre propre herbier! Découvrez l'histoire de la botanique grâce à la ligne du temps. Grâce à l'hypertexte, vous n'avez qu'à cliquer sur «Champlain» et le glossaire s'ouvre immédiatement! Des heures d'exploration et de découvertes s'offrent à vous!



Configuration requise
Macintosh couleur (LC et tout les Mac II); mémoire vive de 4 Mo; moniteur couleur 14" et lecteur CD-ROM.

BIOLOGIE

Bio-100

Voici un jeu éducatif visant l'acquisition d'un vocabulaire de base en biologie. Les neuf thèmes: l'oreille, le squelette, la circulation, l'oeil, le coeur, les muscles, la digestion, la sexualité et la dent sont disponibles pour l'exploration dans une partie ou la chance et la stratégie sont nécessaires.



Configuration requise
IBM PC ou compatible; mémoire vive de 256 Ko; carte graphique.

3155 HOCHELAGA
MONTRÉAL, QC
H1W 1G4
TÉLÉPHONE:
(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

Géologie

Abitibi : la ruée vers les diamants

Deux petits diamants y ont été découverts cette année. Et la géologie du sous-sol abitibien ressemble à celle des pays producteurs de diamants. Cela a suffi pour y attirer une foule de prospecteurs...

par Marie Riopel

Surprise, émoi, frénésie. Au début de l'année, deux lopins de terre abitibiens livraient des diamants. En janvier, la compagnie Explorations minières du Nord dénichait un microdiamant (de moins d'un demi-millimètre de diamètre) près de Lebel-sur-Quévillon. Le petit mais superbe joyau se trouvait dans un échantillon de 60 kg extrait d'anciennes carottes de forage abandonnées sur la propriété de la compagnie.

Depuis, la région fait rêver les prospecteurs : l'annonce de cette découverte a suscité des milliers de requêtes en délimi-

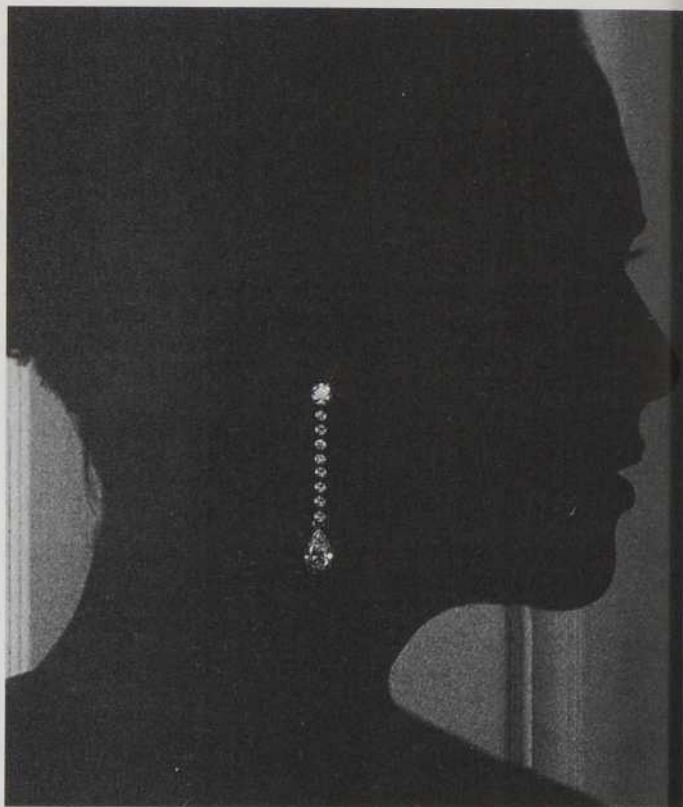
tation de territoires (des jalonnements de *claims*, dans le jargon géologique) au Service géologique du Nord-Ouest, à Val-d'Or. « L'activité minière de la région est incroyable ces jours-ci... Nous recevons encore des avis quotidiens de jalonnements, et il semble que l'Abitibi recèle un potentiel fort intéressant pour le diamant », affirme la géologue Chantal Dussault.

Tous veulent acquérir des parts de cet éventuel Eldorado. Même DeBeers, le magnat du diamant sud-africain, a maintenant un bureau d'exploration à Val-d'Or, via sa filiale Monopros.

Le carbone dans tous ses états

Le diamant est le plus dur de tous les minéraux naturels : il les raye tous et n'est rayable que par lui-même. Paradoxalement, il a la même composition que le minéral le plus mou, le graphite, dont on fait les mines de crayon. Les deux sont en effet constitués de carbone pur. Comment deux roches composées des mêmes atomes peuvent-elles être aussi différentes ? D'abord, l'arrangement cristallin des atomes de carbone est beaucoup plus compact dans le diamant que dans le graphite. Ensuite, l'environnement dans lequel se forment les deux minéraux diffère énormément. Le graphite se constitue dans des conditions de température et de pression faibles, comparables à celles de la surface de la terre. Le diamant, lui, apparaît dans le manteau supérieur de la planète, à des pressions et des températures colossales. Il se développe à une profondeur de 150 à 250 km, là où la température du mercure oscillerait entre 1000° C et 1400° C.

La troisième forme connue de carbone pur, c'est la fameuse « buckminsterfullerene », une molécule en forme de ballon de soccer découverte en 1990. On croit que certains nuages interstellaires en contiennent, et ses propriétés supraconductrices passionnent les physiciens et les chimistes.



De l'Abitibi aux oreilles huppées de Manhattan ? L'ouverture d'une mine de diamants en sol abitibien est loin d'être chose faite.

En avril, Ressources KWG inc. de Montréal faisait une prise un peu plus grosse : un échantillon de 23 tonnes de kimberlite livrait un macrodiamant d'un millimètre cube. La pierre précieuse provenait d'une de ses propriétés à Guides, au Témiscamingue.

Pourquoi l'Abitibi ?

Jusqu'en 1870, on exploitait le diamant exclusivement des graviers. « On en a ensuite découvert dans une roche appelée kimberlite », raconte James Moorhead, géologue au ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec à Val-d'Or.

L'association kimberlite-diamants a été confirmée en 1966 par le géologue T. N. Clifford, après une longue étude de la position des mines de diamants dans le monde. La règle de Clifford stipule que la majorité des mines de diamants se

trouvent dans des kimberlites, des roches qui se forment sous les cratons archéens, c'est-à-dire la partie la plus vieille de la croûte continentale, là où elle est la plus épaisse. Au Canada, le plus grand craton archéen comprend une bonne partie du Bouclier canadien. Au Québec, il s'étend de l'extrême nord de la province jusqu'à 50 km au sud de Val-d'Or; et de la frontière ontarienne jusqu'à Schefferville.

Les cratons archéens d'Abitibi ressemblent aux vieux cratons d'Australie, d'Afrique du Sud et des pays de l'ex-URSS, trois régions qui, ensemble, récoltent 58,5 % des diamants de la planète.

Les kimberlites se forment à l'intérieur de la terre, une véritable marmite où les éléments comme l'oxygène, le silicium et le carbone bouillonnent en permanence et s'assemblent pour former des magmas rocheux. Dans ces profondeurs, des bandes de terrain affaissé entourées de failles — les géologues parlent de rifts — permettent la remontée des kimberlites.

Au Québec, il y a trois rifts principaux, celui du Saguenay, celui du Témiscamingue et celui du Saint-Laurent, dans la région de Montréal.

Lorsque le magma kimberlitique remonte à la surface de l'écorce terrestre par les failles, il incorpore de nombreux fragments de roches, et certaines contiennent des diamants.

L'abrasion de ces fragments au cours de leur ascension libère les diamants de leur roche hôte. « La kimberlite agit donc comme un convoyeur qui transporte les diamants vers la surface », illustre le géologue Moorhead. Comme le manteau terrestre n'est pas homogène, les kimberlites ne rencontrent pas toujours des diamants lors de leur ascension. Seulement 1% des kimberlites sont susceptibles de contenir suffisamment de diamants pour être exploitables.

L'ouverture d'une mine de diamants en sol abitibien est donc loin d'être chose faite. Les coûts de production sont énormes, et la valeur des diamants découverts n'est pas encore déterminée. Chez le joaillier, le prix exorbitant d'un diamant s'explique par sa rareté : pour ce qui est du poids, le minerai

en contient de 20 à 250 parties par milliard. Sans compter que les étapes pour en faire un bijou sont complexes et minutieuses. Les deux petits diamants abitibiens annoncent-ils un nouveau pactole ? Les prospecteurs, eux, sont pleins d'espoir. ●

Pour en savoir plus :
Anomalies aéromagnétiques circulaires possiblement reliées à des intrusions de kimberlite dans le Nord-Ouest québécois,

par James Moorhead et Marc-André Boudreau, du service géologique du Nord-Ouest, et Réjean Girard, Université du Québec à Chicoutimi. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec. Document de promotion préliminaire et MB 93-49.

Exploration diamantifère au Témiscamingue,
par Marc Beaumier, Denis-Jacques Dion, Michel Dion et James Moorhead du service géologique du Nord-Ouest. PRO 93-07.

Ces deux ouvrages sont disponibles dans tous les bureaux régionaux du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

Mort aux rats !

Certains rongeurs qui hantent les égouts de l'Angleterre ont acquis au cours des ans une excellente résistance au poison *warfarin*. La chose n'a rien de très nouveau en elle-même, car on sait depuis les années 60 que certaines lignées de rats résistent à ce poison. Ce qui a toutefois surpris des chercheurs de l'Université d'Oxford, c'est que les rats résistants sont maintenant plus gros et plus vigoureux que leurs congénères.

Selon les biologistes, ça, c'est inquiétant ! Avant, les rats qui résistaient au *warfarin* étaient plus petits et moins forts que les autres. Certes, ils supportaient mieux l'action du poison. Mais dès que les humains cessaient de les empoisonner, leur faible taille les reléguait généralement au bas de l'échelle sociale. Leurs chances de survie étaient alors bien minces... et leur progéniture, peu nombreuse. Les nouveaux super rats, par contre, sont plus souvent des individus dominants, qui ont une descendance plus nombreuse. Dès que les populations de rats deviennent assez grandes, le poison ne peut plus les contrôler.

Pedro Rodrigue



Publiphoto / J.L.S. Dubois

Québec Science



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

ADMINISTRATION

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 : Claire Chabot, Pauline Degen, Jean-Marc Fleury, Sylvie Gourde, Claude Lafleur, Raymond Lemieux, Claude Marci, Danièle Duellat, Raynald Pepin, Manon Richard, Marie Riopel, Pedro Rodrigue, Christian Roy, Anne-Marie Simard

Illustrateurs et photographes : Aislin, Richard Hodgson, Laurent Leblanc, Pierre-Paul Pariseau

Correction : Natalie Boulanger

Errata : Dans le numéro d'octobre, le crédit de la photo de la page 14 revient au CRDI et à Neill McKee. Nos excuses.

PRODUCTION

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

COMMERCIALISATION

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

ABONNEMENTS

Tarifs

Au Canada (taxes incluses) :
1 an (10 numéros) 34,67 \$
2 ans (20 numéros) 59,86 \$
3 ans (30 numéros) 83,20 \$
À l'unité 3,99 \$
Groupe
(10 ex./ même adresse) 31,20 \$

À l'étranger :

1 an (10 numéros) 43 \$
2 ans (20 numéros) 75 \$
3 ans (30 numéros) 105 \$
À l'unité 4,50 \$

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

ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE

Téléphone : (418) 657-4391

PUBLICITÉ

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

RÉDACTION

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

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) 648-2627

La souffrance

Par ignorance, plusieurs médecins font inutilement souffrir leurs patients. Est-ce le cas du vôtre ?

par Sylvie Gourde et Manon Richard

A l'été 1991, à bord d'une fourgonnette de camping, la famille Burelle de Saint-Hyacinthe part, fébrile, pour les vacances annuelles. Les trois enfants, la mère et le père, Marc Burelle, ne parcourent que quelques kilomètres sur l'autoroute Jean-Lesage. Une fuite de gaz propane non détectée provoque une terrible explosion. Les trois enfants meurent sur le coup, et la mère, transportée dans un centre des grands brûlés de Québec, décède dix jours plus tard. Quant au seul survivant, Marc Burelle, son cauchemar ne fait que commencer.

Sans qu'il ait jamais su pourquoi, il ne prend pas la même direction que sa femme. L'ambulance le conduit à l'hôpital Sainte-Croix de Drummondville. Son corps était brûlé sur 41 % de sa surface, la majorité au troisième degré : plus de cheveux, plus de front, le nez défait, une oreille découpée. Les médecins de l'hôpital affirmaient alors que son cas n'était pas suffisamment grave pour justifier son transfert dans un centre des grands brûlés. Le patient racontera plus tard que les infirmières ne partageaient pas cette opinion.

Pendant les cinq premières semaines, sa douleur est traitée avec du Dilaudid, un narcotique dérivé de la morphine. Tous les matins, il fait de la physiothérapie et prend un bain à la température du corps pour soulager ses souffrances. Après cette période, plus de narcotiques.

À l'hôpital, on craint en effet que Burelle ne développe une dépendance à la dro-

gue. Cette attitude est fréquente chez les médecins non spécialisés. « C'était l'enfer, raconte Marc Burelle. Je n'endurais plus rien. Ça faisait plus mal que la journée de l'accident. Alors, je me disais "pourquoi rester en vie si ton corps te brûle tout le temps" ? » Il a beau supplier, hurler, rien à faire. À bout, il menace de se jeter par une fenêtre si sa douleur n'est pas soulagée.

On lui donne une autre dose. Une seule.

Quatre mois après son admission à Drummondville, Marc Burelle est transféré au Centre des grands brûlés de l'Hôtel-Dieu de Montréal. Il y découvre une toute autre approche. Sa douleur est soulagée immédiatement avec de la morphine. On ne le laisse plus souffrir. Il prend des bains tous les jours et recommence la physiothérapie qu'il avait abandonnée à cause de la douleur : tout mouvement lui était alors intolérable. Un psychologue est également disponible. « C'était le jour et la nuit. Ils m'ont redonné espoir, dit-il. Mais ça m'a pris du temps à remonter la pente. Parce que dans tout ça, le pire, c'est la souffrance. »

Pourquoi, à Drummondville, l'a-t-on laissé sans narcotique ? Selon Ronald Melzack, professeur à l'Université McGill et l'un des plus grands spécialistes de la douleur, les médecins des hôpitaux périphériques n'ont habituellement aucune idée de la façon de soulager la douleur.

Les enfants sont les premières victimes de mythes solidement ancrés chez les médecins. Une croyance veut que les enfants soient moins sensibles à la douleur, ce qui

Photo : Laurent Leblanc / infographie : Normand Bastien

La douleur chronique n'a aucune fonction biologique, elle est inutile. Le médecin ne doit pas avoir peur de la traiter.

est absolument faux. Environ un enfant sur dix souffre de douleurs à l'estomac, de cancer, de brûlures, etc. Mais on a toujours eu peur de « droguer » les enfants, d'en faire des narcomanes en herbe.

Inutile



En 1977, Joann E. Eland et Jane E. Anderson, de l'Université d'Iowa, découvraient que la moitié des enfants de quatre à huit ans ayant subi une opération chirurgicale n'avaient reçu aucun analgésique pour soulager leurs douleurs postopératoires. Et pour les autres, les doses administrées étaient insuffisantes. Un groupe de 24 enfants a reçu un total de 24 doses

d'analgésique, alors qu'un groupe de 18 adultes ayant subi le même type d'intervention a eu droit à un total de 671 doses. Cinq ans plus tard, une étude semblable confirmait ces résultats. Aujourd'hui, on dit que la situation s'est améliorée dans les grands hôpitaux pédiatriques, mais ailleurs la douleur des enfants est toujours sous-estimée et sous-soulagée...

Douleur mystère

Marc Burelle a beaucoup souffert pour comprendre un des grands problèmes médicaux de l'heure : la douleur est entourée de mythes tenaces qui, encore aujourd'hui, causent des souffrances inutiles à des millions d'individus. Au Canada, quelque quatre millions de personnes ont mal quelque part : un million d'entre elles souffrent

de douleurs aiguës (postopératoires et à la suite de blessures) et les trois autres millions ont des douleurs chroniques, des migraines ou des maux de dos (plus de 10 % de tous les Canadiens!). La majorité se plaignent de ne trouver aucun soulagement, car beaucoup de médecins s'attardent seulement à traiter les causes d'une maladie et ne s'intéressent guère à ses effets. Pour eux, la douleur demeure un symptôme.

Encore aujourd'hui, les écoles de médecine ne consacrent que très peu d'heures de cours sur la douleur et ses traitements. En 1989, une étude regroupant 16 écoles de médecine au Canada révélait que parmi les 9 qui avaient daigné répondre au questionnaire, 2 d'entre elles offraient à peine 4 heures de cours sur la douleur. Les sept autres ? Encore moins ! Par contre, il y a amélioration dans l'air. Les grandes universités nord-américaines ont maintenant des chaires de la douleur. L'Université McGill est d'ailleurs du nombre.

Jusqu'à tout récemment, la douleur a été considérée comme un signal d'alarme aux agressions externes. On la disait même bénéfique puisqu'elle nous avertissait d'un quelconque danger. On oubliait les douleurs chroniques qui survivent des années à une blessure ou la douleur d'un membre fantôme, un autre mystère sur lequel butent les recherches médicales : il n'y a pas de stimulus, mais, curieusement, la douleur est quand même présente.

L'intensité de la douleur varie d'une personne à l'autre. Chacun perçoit la douleur selon son hérité, ses coutumes, sa religion, son vécu. Par exemple, dans une famille, si les parents s'agitent au moindre bobo, les enfants développent une extrême sensibilité, et la plus petite écorchure est synonyme de douleur. Par contre, une attitude plus stoïque devant une blessure développe chez l'enfant un tout autre comportement.

Il faut distinguer la douleur aiguë de la douleur chronique. La première est provoquée par une lésion, une stimulation directe sur des tissus, une piqûre, un pincement, une brûlure. C'est le signal d'alarme. Dans le second cas, la douleur n'a aucune fonction biologique : elle est inutile, dévastatrice. Arbitrairement, on admet qu'une douleur devient chronique lorsqu'elle se prolonge au-delà de six mois. Elle peut accompagner une lésion organique, mais peut aussi apparaître plusieurs mois après la guérison. Pire, une douleur peut survenir sans qu'il n'y ait jamais eu lésion. La médecine y perd ses cheveux...



Ronald Melzack, de l'Université McGill. Il est à l'origine de la théorie du portillon, qui explique les mécanismes de la douleur.

Le sentier de la douleur

Le parcours de la douleur est des plus complexes. Les nerfs qui relient les organes périphériques (peau, muscles, articulations, viscères) à la moelle épinière contiennent différents types de fibres de diamètres variés. Selon leur grosseur, ces fibres conduisent l'influx nerveux à différentes vitesses. Le rôle de ces fibres dans la transmission de la douleur a été le point de départ de plusieurs théories qui n'ont pas résisté à des examens approfondis. Celle qui a été acceptée par la communauté scientifique est la « théorie du portillon », élaborée en 1965 par Ronald Melzack et le physiologiste britannique Patrick Wall. Ils étaient alors tous deux chercheurs au MIT.

La « théorie du portillon » se joue au niveau de la moelle épinière. Prenons un exemple pour l'illustrer : vous placez une

main sur l'élément chauffant d'une cuisinière. Certaines fibres nociceptives (les plus fines), immédiatement activées par la chaleur, réagissent en envoyant un signal aux neurones de la moelle épinière qui, eux, le retransmettent au cerveau. Mais voilà, en même temps, les neurones de la moelle épinière reçoivent d'autres messages des fibres plus grosses, celles qui transmettent les sensations du toucher. L'influx nerveux voyage 30 fois plus vite dans ces plus grosses fibres. C'est pourquoi vous sentirez la rigidité de l'élément avant d'avoir mal.

Selon la théorie de Melzack et Wall, les messages de ces plus grosses fibres ont priorité et bloquent temporairement celui de la douleur. Le « portillon », situé au niveau de la moelle épinière, serait un sas qui laisse filtrer les messages prioritaires. Par exemple, si vous frappez votre tête contre un angle dur, le seul fait de masser la région endolorie vous fera du bien et atténuera la douleur, car le toucher a priorité. Même chose lorsque vous placez votre main

Du mal de tête à la souffrance intolérable

De toute la pharmacopée disponible pour soulager les douleurs, quelques substances se détachent du peloton : l'éternelle aspirine (l'acide acétylsalicylique), l'acétaminophène (mieux connu sous la marque Tylenol), la morphine et ses dérivés (les opiacés). Les deux premiers sont des analgésiques périphériques, et leur action se situe au niveau de la lésion qui entraîne la douleur, là où logent les terminaisons des fibres nerveuses situées dans la peau, les muscles, les viscères, les articulations et les vaisseaux. La morphine et ses dérivés, appelés analgésiques centraux, agissent au contraire à différents niveaux du système nerveux central en bloquant la transmission des messages nociceptifs dès les premiers relais de la moelle épinière.

En 1987, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a émis des directives pour le soulagement de la douleur par médicament. Selon le degré de la douleur, on passe des non-opiacés (aspirine ou acétaminophène) aux opiacés doux (codéine), puis aux opiacés forts (morphine), jusqu'à ce que le patient ne souffre plus.

brûlée sous l'eau froide. La sensation du froid atténue la douleur.

Depuis cette découverte capitale, Ronald Melzack est devenu une sommité de la douleur. Ses conférences et ses articles sont réputés à l'échelle internationale. À l'aube de la soixantaine, il est titulaire de la chaire E.P. Taylor, consacrée à la douleur, à l'Université McGill. Il est aussi directeur de la recherche à la clinique de la douleur de l'Hôpital général de Montréal. « Si nous en connaissons plus aujourd'hui sur les mécanismes qui déclenchent la douleur, explique le chercheur, il reste encore beaucoup de mystère autour d'elle. Prenez la douleur chronique, celle qui dure des années sans qu'on sache pourquoi. C'est une douleur qui détruit ceux qui en souffrent, qui les empêche de travailler, qui leur enlève toute vie sociale et affective. Parfois, même la morphine ne donne aucun résultat. »

Il y a une vingtaine d'années, les neurochirurgiens, ceux qui en savaient le plus sur la douleur et ses causes, croyaient dur comme fer que la seule façon de mettre fin à une douleur chronique était de couper le nerf conducteur... Ils disaient alors : le sentier de la douleur est comme un système téléphonique : si vous ne voulez pas que le message de la douleur se rende au cerveau, coupez les fils! C'est ce qu'ils faisaient. Allant même jusqu'à amputer des membres. Ils créaient alors des membres fantômes; la douleur persistait même si le membre n'était tout simplement plus là. « Mes recherches m'ont fait comprendre que la douleur revêt plusieurs aspects, dit Ronald Melzack. C'est à la fois cognitif, émotionnel et physiologique. »

Ça se traite !

Le docteur Melzack raconte souvent cette histoire pathétique pour illustrer les mythes entourant l'utilisation de la morphine chez les patients souffrant de douleurs chroniques. Un jeune athlète de 26 ans se blesse à la colonne vertébrale. Il a des douleurs terribles dans la région lombaire et les jambes, ce qui l'empêche de travailler et le rend in-



Marc Burelle avant et après l'accident. À leur sortie de l'hôpital, la plupart des grands brûlés doivent affronter une séparation. Marc Burelle s'est plutôt remarié. On le voit avec sa nouvelle épouse, Terry Guertin.

supportable, autant pour son entourage que pour lui-même. Après avoir tout tenté, son médecin lui prescrit de faibles doses orales de morphine, à prendre quotidiennement. Les douleurs s'atténuent, et le patient peut reprendre une vie normale.

Un jour, l'association régionale du médecin accuse ce dernier d'avoir prescrit des doses de narcotique à un sujet qui n'est ni cancéreux ni en phase terminale. L'association reproche aussi au médecin de risquer de faire de son patient un narcomane. Pour ne pas perdre son permis, le médecin coupe la prescription de morphine. Les douleurs du jeune homme reviennent avec tout ce qu'elles entraînent : dépression, perte d'emploi, problèmes sociaux...

« Des situations comme celle-ci surviennent encore régulièrement, reprend Ronald Melzack. Il fut un temps où il était impensable de prescrire de la morphine à un patient qui n'était pas en phase terminale d'une maladie quelconque. Aujourd'hui, les nombreuses études prouvent que la morphine administrée pour soulager des douleurs

chroniques ne crée pas de dépendance. »

L'une d'elle a été effectuée par Samuel W. Perry, du New York Hospital, et par Georges Heidrich, de l'Université du Wisconsin, à Madison. Elle a regroupé 10 000 victimes de brûlures. Ces patients ont subi des traitements extrêmement douloureux, et la plupart ont reçu des doses de narcotique pendant des semaines, voire des mois. Cependant, aucun cas de dépendance aux drogues n'a été causé par la prise régulière de narcotiques. Les 22 patients qui sont devenus narcomanes avaient tous une histoire d'abus de drogue avant leur séjour à l'hôpital.

« Quand on donne de la morphine à quelqu'un qui souffre, ça n'a pas le même effet que chez une personne qui en prend pour ses effets euphorisants », explique le docteur Manon Choinière, du Centre des grands brûlés de l'Hôtel-Dieu de Montréal. « En de nombreuses années de pratique, je n'ai jamais vu un de mes patients sur un high de morphine, dit-elle. Les raisons pour lesquelles une personne

prend un narcotique quelconque déterminent s'il y aura ou non des phénomènes de dépendance et de tolérance. » La dépendance physiologique est inévitable, précise-t-elle, mais avec une diminution graduelle de la médication, il n'y aura pas de signes de sevrage ni de séquelles.

« Il est très important de distinguer les douleurs aiguës et chroniques, dit-elle, car l'approche thérapeutique est totalement différente. D'ailleurs, les cliniques de la douleur existent pour traiter les douleurs chroniques. Les patients qui y échouent ont tout essayé. » Ces cliniques sont formées d'équipes multidisciplinaires qui font des évaluations de la douleur. « On peut rarement la soulager complètement, reprend Manon Choinière. C'est pourquoi le patient doit apprendre à composer avec elle. Il a besoin d'une intervention psychologique. Marc Burelle a extrêmement souffert avant de venir ici. Cela a été très difficile de le soulager quand il nous est arrivé parce que sa douleur n'avait pas été traitée dès le départ. »

Depuis son arrivée au Centre des grands



LES DÉBROUILLARDS

LE MAGAZINE DRÔLEMENT SCIENTIFIQUE
DES 7 À 14 ANS

vous propose en novembre :

Des menhirs et des dolmens, par Toutatis !

Depuis des centaines d'années, les menhirs et les dolmens intriguent l'humanité. Qui les a bâtis ? Comment ? Pourquoi ?

Objectif 376 kilos

M. Germain Bessette réussira-t-il à faire pousser une citrouille géante de 376 kilos, et ainsi battre le record du monde ?

Un succès monstre

Pourquoi acheter un masque d'Halloween quand il est si facile de réaliser son propre maquillage ?

Le mystère de l'astrologie

Une grande enquête de Nadia et Robert, les célèbres détectives scientifiques.

Au Collège de sorcellerie moderne

Finis les vieux balais poussiéreux ! En 1993, on apprend à voler sur des aspirateurs à la fine pointe de la technologie !

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

brûlés de l'Hôtel-Dieu, en 1986, Manon Choinière a remarqué que la conception de la douleur a changé. « Auparavant, dit-elle, nos patients étaient traités en mode PRN (*pro re nata* : au besoin), c'est-à-dire que les médicaments étaient administrés lorsque la douleur réapparaissait. Attendre que le patient ait mal, c'est la pire façon de faire ! Lorsque la douleur revient, il faut repartir de zéro. De plus, les patients s'épuisent et tardent à reprendre des forces. Pourquoi les laisser souffrir inutilement ? » Après la formation d'un comité multidisciplinaire sur la douleur, les cocktails de médicaments ont été remplacés par un seul produit, la morphine.

Des espoirs dans le laboratoire

Non seulement les écoles qui ont formé nos médecins les ont laissés dans la quasi-ignorance de tout ce qui entoure la douleur, mais la recherche fondamentale sur la douleur a longtemps été évitée par les scientifiques. Il y a 20 ans, c'est environ un centième de 1 % des budgets de recherche médicale qui étaient réservés à la douleur. Aujourd'hui cependant, la course à l'analgésique miracle incite les laboratoires pharmaceutiques à investir dans la lutte contre la douleur.

Dans les années 70, la découverte des récepteurs opioïdes, des molécules situées à la surface de certaines cellules, a bouleversé et ranimé la recherche. Lorsque la morphine s'attache à ces récepteurs, une chaîne de réactions biochimiques produit les effets pharmacologiques de la morphine. Quelques années plus tard, on s'est aperçu que des molécules synthétisées et libérées par certaines cellules du système nerveux allaient se fixer elles aussi sur ces récepteurs: ces morphines naturelles sont les endorphines.

Ensuite, on a réussi à isoler d'autres molécules opioïdes, les enképhalines. Devant ces découvertes, la folie s'est emparée des laboratoires du monde entier. On allait enfin découvrir l'analgésique idéal, produit par notre propre corps, pour remplacer la morphine et ses effets secondaires indésirables ! Depuis ce temps, la fièvre est tombée faute de résultats, mais d'autres avenues ont été développées.

Ainsi, en cours de recherche, on s'est rendu compte que les endorphines ont une vie très courte, une caractéristique due à la présence d'une protéase qui les détruit. Depuis 1980, des laboratoires se sont donc penchés spécifiquement sur les effets inhibiteurs de cette protéase. Pour-

quoi ne pas contrer ses effets destructeurs et laisser agir les morphines produites par nos cellules ?

À l'Université de Montréal, une équipe dirigée par le docteur Philippe Crine travaille sur cette enzyme depuis 1985. « Nos travaux sont très avancés, annonce-t-il. Nous avons isolé le gène qui code pour cette enzyme, ce qui nous a permis de connaître de façon précise la structure complète de cette protéase. » Cette structure permettra peut-être aux chercheurs de concevoir une molécule qui imitera la forme de la protéase. « De là, les chimistes pourront travailler sur de nouvelles drogues beaucoup plus puissantes, dont l'action sera plus directe », dit Philippe Crine.

Mais Ronald Melzack et Manon Choinière sont plutôt tièdes face aux recherches sur de nouveaux analgésiques. Comme un nombre croissant de leurs confrères, ils s'entendent pour une meilleure utilisation de la morphine. « La morphine est encore ce qu'il y a de plus économique et de plus efficace lorsque administrée adéquatement pour soulager les douleurs intenses, dit Ronald Melzack. D'autres méthodes peuvent aussi être utilisées, comme des techniques de relaxation, qui peuvent détourner l'attention de la douleur, la stimulation électrique ou l'acupuncture. »

Ronald Melzack a déjà rencontré un patient qui avait consulté une centaine de médecins au sujet de ses douleurs lombaires sans même voir celles-ci disparaître ou seulement diminuer. Avec de tels patients, les techniques dites douces sont des solutions intéressantes. « Avant de trouver d'autres médicaments, on devrait s'attarder davantage aux méandres du cerveau, conclut Ronald Melzack. Tout part de là. Il faut d'abord comprendre les mécanismes du cerveau dans le processus de la douleur. C'est ce que je m'évertue à faire depuis longtemps. »

Certaines histoires sur la douleur sont étranges. Le neurologue britannique Peter Nathan présentait en 1985 dans la revue spécialisée *Pain* un cas troublant de chirurgie. Son patient souffrait de douleurs insupportables à la poitrine. Les médecins ont décidé de sectionner des fibres, une intervention particulièrement délicate qui a été interrompue à cause d'une hémorragie importante. Les fibres sont donc demeurées intactes. Une semaine après l'intervention, les douleurs avaient complètement disparu. Le docteur Nathan a revu périodiquement ce patient et jamais plus les douleurs ne se sont manifestées. Par quel mécanisme ? On l'ignore. ●

Combien peut vous rapporter une bonne décision?



LE SCEAU DE L'ÉTHIQUE

L'ASSOCIATION DE L'INDUSTRIE DE LA
RECHERCHE MARKETING ET SOCIALE

GARANTIT
la fiabilité des données
et la qualité des études
de ses membres.

Cogem Recherche inc.
845-9221

Jolicoeur & Associés
284-3106

Le Bureau de recherche Solumar
875-7570

Créatec Plus inc.
844-1127

Réalités Canadiennes
288-6894

Som inc.
982-6077

Crop inc.
875-8086

Saine Marketing inc.
931-8236

Sondages BBM
878-9711

LA RÉALITÉ VÉRIFIÉE

L'AIRMS est affiliée à CAMRO (Canadian Association of Marketing Research Organizations)

Attention : sondages !



On vous sonde sur vos choix politiques, vos préférences alimentaires, votre mode de vie. On vous a bombardé de sondages au cours de la campagne électorale fédérale, on vous bombardera encore avant les prochaines élections provinciales. Ces sondages sont-ils fiables ?

par Raymond Lemieux

Les sondages l'indiquent. Les sondages le confirment. Les sondages l'avancent... Quand, début septembre, la première ministre Kim Campbell a déclenché des élections générales, les sondeurs avaient déjà parlé. Les cinq partis majeurs et leur chef ne partaient pas de zéro. Et tout au long de cette intrigante campagne, les sondeurs n'auront cessé d'exposer le baromètre de l'humeur publique.

Les Léger et Léger, Gallup, Crop, Angus Reid et Decima jurent par l'objectivité et l'application de règles statistiques éprou-

vées. On est loin du premier sondage moderne, mené aux États-Unis par un journaliste statisticien : George Gallup. C'était en 1936. Il donnait, contre toute attente, le démocrate Franklin Roosevelt vainqueur de l'élection présidentielle américaine avec 55 % du vote. Un verdict qui sera confirmé : Roosevelt amassera finalement 62 % du vote. Cela a aussi été une victoire pour Gallup. Et ce, malgré une erreur de pronostic de 7 %, une erreur presque inconcevable aujourd'hui.

La méthodologie des sondages s'étant

depuis raffinée, la marge d'erreur est maintenant de plus ou moins 3 %. Pour un candidat dont la popularité se situerait entre 40 et 60 %, les sondeurs ont besoin d'interroger environ 1000 personnes pour obtenir une marge d'erreur de plus ou moins 3 %. Quand, au début de la campagne, un sondage allouait 34 % des intentions de

En répondant aux questions de ces gens, vous informez les clients des compagnies de sondages sur l'évolution de l'opinion publique.



vote aux troupes de Kim Campbell, c'est qu'elles auraient, en réalité, récolté entre 31 et 37 % du vote.

À vrai dire, l'avertissement qui accompagnait tous les sondages se formule ainsi : « La marge d'erreur est de plus ou moins 3 %, 19 fois sur 20. » Les statisticiens estiment en effet qu'un taux de confiance de 19 fois sur 20 est suffisant. En d'autres termes, parmi tous les sondages divulgués lors de la dernière campagne électorale, 1 sur 20 avait une erreur plus grande que la marge d'erreur annoncée. (Trouvez lesquels !) « La statistique, c'est aussi la science de l'erreur. Ce que l'on essaie de calculer, c'est aussi l'erreur qui est rattachée aux chiffres », indique Hervé Morin, professeur de statistiques à l'Université Laval. Pour avoir un taux de confiance plus sûr — 99 fois sur 100, par exemple —, les statisticiens devraient annoncer une marge d'erreur plus importante.

« Malgré des méthodes d'analyse qui permettent plus de précision, malgré l'introduction massive d'appareils informatiques, il ne demeure pas moins que l'on mesure de l'émotion humaine. Et ça, c'est parfois bien variable », confie Jean-Marc Léger, économiste et président du groupe Léger et Léger. « Chez les gens, il y a beaucoup de facteurs impondérables », corrobore Claude Gauthier, sociologue à l'institut CROP.

« Il s'agit d'abord de formuler les questions pour faire ressortir le mieux possible la tendance de l'opinion publique, poursuit-il. C'est cela l'art du sondage et c'est là-dessus que se joue la crédibilité des maisons de sondages. »

« Si on demande d'abord l'appréciation que le citoyen fait d'un gouvernement et qu'ensuite on lui demande son intention de vote, on conditionne sensiblement sa réponse, ajoute Jean-Marc Léger. Cependant, s'il est vrai que l'on peut, jusqu'à un certain point, faire dire des choses aux gens, on n'y gagne rien. C'est la réputation de l'entreprise qui serait mise en cause. Surtout le jour des véritables élections, lorsqu'on se met à comparer nos calculs avec les résultats électoraux. »

De surcroît, des bévues peuvent se glisser lors de la cueillette de données. La firme Gallup de Toronto en a une à son compte. En juillet dernier, s'informant de l'intention de vote des Canadiens, les sondeurs avaient à énumérer le nom de chacun des chefs. Mais Jean Chrétien était appelé « John Chretien ».

Autre problème : les indécis et ceux qui refusent de répondre. Selon les sondeurs, ils ont habituellement les mêmes opinions, dans les mêmes proportions, que les autres

La Québécoise moyenne, le Québécois moyen

	Homme	Femme
Revenu annuel brut	28 000 \$	17 000 \$
Scolarité	12 années	12 années

Situation maritale		
mariés	53 %	50 %
vivant en couple	13 %	10 %
célibataires	28 %	22 %
séparés/divorcés	5 %	9 %
veuf	1 %	9 %

Les Québécois... au quotidien		
Loisirs		
cinéma	6 fois par an	6 fois par an
télévision	2,9 heures/jour	3,1 heures/jour
consommation de bière	6,2 par semaine	2,1 par semaine
voyages d'agrément	2 par année	1,7 par année

Possèdent		
magnétophone	81 %	75 %
micro-ordinateur	25 %	19 %

Argent		
montant dépensé en billets de loterie	113 \$/année	85 \$/année
montant versé à des œuvres de charité	161 \$/année	120 \$/année

Travail		
Considèrent avoir un emploi bien payé	58 %	55 %
Trouvent leur travail passionnant	51 %	51 %

Source : C.R.O.P. 1993. Échantillonnage 15-44 ans

personnes interrogées. Si ce n'est pas le cas, les sondeurs font le pari que l'erreur alors introduite se situerait à l'intérieur de la marge d'erreur déjà calculée. D'ailleurs, pour qu'un sondage soit jugé valide, environ 70 % des personnes contactées doivent effectivement fournir une réponse.

Élections sous influence ?

Un bon sondage politique dépend d'abord de son échantillonnage, rappelle Hervé Morin. « C'est un critère incontournable, dit-il. Il faut qu'il soit représentatif d'un nombre suffisant de répondants. » L'échantillonnage doit aussi être bien stratifié : la répartition des sexes, des âges, des langues doit être, chez les personnes interrogées, proportionnelle à celle de l'ensemble de la société.

Les sondages ont-ils modifié, durant la campagne, le comportement politique des électeurs ? « Ils accentuent le conservatisme », affirme René-Jean Ravault, professeur au département de communications de l'Université du Québec à Montréal. « Les sondages ont tendance à consolider une expression politique plus traditionnelle, moins audacieuse. De plus, les sondages renvoient une image simplifiée de l'opinion politique des gens. » Cela pousserait-il les politiciens à adopter, à leur tour, des discours plus simplistes ?

En outre, les sondages favoriseraient, entre autres phénomènes, une « prophétie auto-réalisatrice », soutient René-Jean Ravault. Il explique : « Le jour du vote, une portion des électeurs se range peut-être du côté du gagnant annoncé par les sonda-

ges ». Cela peut représenter jusqu'à 15 % du vote, selon les études américaines citées par le professeur. Énorme, quand on sait qu'une élection se gagne parfois de peu !

La « prophétie » a toutefois son revers, pense Claude Gauthier de CROP : les partisans assurés de l'élection de leurs candidats peuvent également être moins enclins à aller voter. « Au bout du compte, les deux comportements s'annulent, estime-t-il. Et puis, si la prophétie auto-réalisatrice était réelle, le résultat des élections devrait nécessairement accorder quelques points de plus au gagnant que ce que nos sondages mesurent. »

« Il n'empêche que nous avons une influence, poursuit-il. Au même titre que n'importe quelle information qui surgit dans l'actualité politique. Le sondage est un élément d'information comme un autre. » Chose certaine, leur effet peut être redoutable sur le moral des militants engagés dans la campagne pour soutenir leur parti.

Si la tendance se maintient...

Juin 1993, au Québec, un sondage de la firme Léger et Léger attribue 22 % des votes au Parti progressiste-conservateur; 25 % au Parti libéral du Canada; et 40 % au Bloc québécois. Significatif ? « Il faut voir quelle

tendance le sondage indique. Pris isolément, un sondage ne dit pas tout », rappelle Jean-Marc Léger.

Il s'agit d'ailleurs de voir laquelle des maisons de sondage saura mieux révéler ces tendances. C'est ainsi qu'elles construisent leur réputation. Comparées avec les résultats de mai, les données obtenues par Léger et Léger indiquaient, au Québec, une perte de popularité du Parti libéral du Canada ainsi qu'une stabilité du Bloc québécois et du Parti progressiste-conservateur. Du côté de CROP, on ne faisait pas tout à fait la même constatation. Les relevés de CROP montraient plutôt un Parti libéral fédéral stable, un Parti progressiste-conservateur en montée et un Bloc québécois qui perdait des plumes. Quelle compagnie de sondages avait raison ? Seule une élection tenue en juin aurait pu trancher.

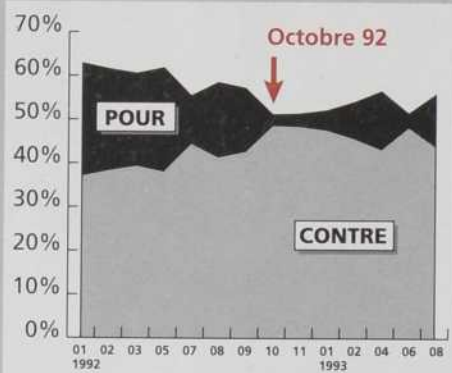
Malgré le raffinement de leur méthodologie, les sondages ont aussi une signification limitée dans le cadre des systèmes politiques canadiens ou québécois. En effet, ils ne donnent pas l'expression du vote par comté. Quand on affiche un échantillon de 1000 personnes, cela fait théoriquement quelque 10 personnes interrogées par comté au Québec. Certains comtés peuvent en toute probabilité n'avoir aucun représentant. Le sondage ne peut donc pas

donner avec précision un avant-goût de la composition d'un futur parlement à Québec ou à Ottawa. Le Parti Égalité en est un exemple. Il est très peu populaire dans tout le Québec, sauf dans certains comtés, où il réussit à faire élire des députés. « En fait, si un sondage n'est pas représentatif du nombre de députés finalement élus, fait remarquer Hervé Morin, c'est parce que la composition des parlements n'est pas représentative de l'opinion de la population. »

Ras le bol des sondages ? Ils sont là pour rester, estime Hervé Morin. Même qu'ils ont de l'avenir. « Un sondage bien fait avec une marge d'erreur pratiquement nulle — avec l'informatique, c'est possible — pourrait même rendre inutile le vote aux urnes. Ce que prétendent les lois de la statistique, c'est que pour savoir quelque chose on n'est pas toujours obligé d'interroger tout le monde. »

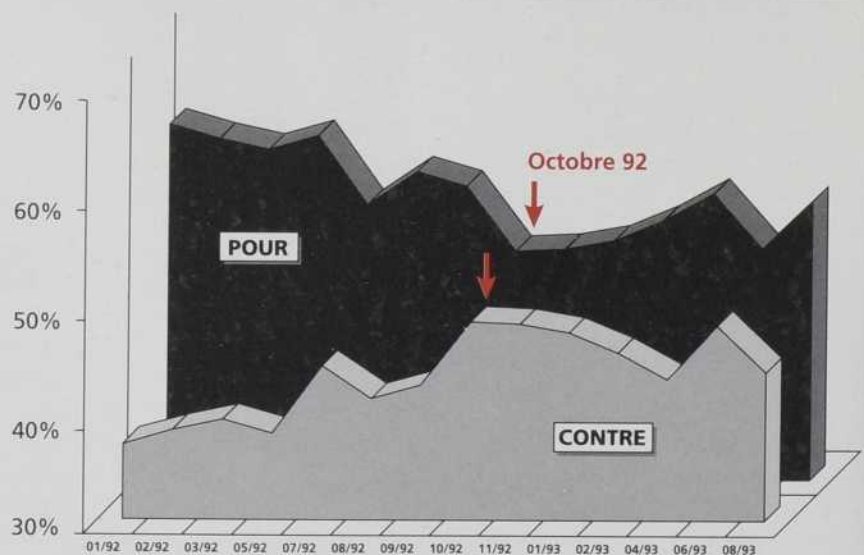
Des élections par sondages ? « Je suis bien conscient que l'opinion publique n'est pas encore prête, poursuit Hervé Morin. Cependant, avec l'utilisation d'ordinateurs domestiques reliés par modem, cela pourrait facilement se concrétiser d'ici une cinquantaine d'années. Ça serait plus économique et plus rapide. Une campagne électorale, c'est lassant à la longue. » ●

Mentir en disant la vérité



La façon de disposer les résultats d'un sondage sur un tableau ou un graphique peut donner une fausse impression aux lecteurs. Comparez ces deux graphiques portant sur l'évolution des intentions de vote souverainiste au Québec. La lutte est-elle plus serrée sur le graphique de droite que sur celui ci-dessus ? Les données de base sont pourtant identiques.

Mais l'ordonnée du graphique de droite ne part pas de zéro. Un plancher de 30 % révèle, à première vue, un écart plus important entre le vote du « pour » et du « contre ». De plus, à droite, le vote en faveur du « pour » est décalé vers l'arrière : il écrase le vote « contre » et accentue, de façon illusoire, l'écart entre les deux camps.



POUR	62,8%	61,5%	60,5%	61,8%	55,4%	58,5%	57,2%	51,2%	51,4%	51,4%	52,2%	54,1%	56,6%	55,9%
CONTRE	37,2%	38,5%	39,5%	38,2%	44,6%	41,5%	42,8%	48,8%	48,6%	47,8%	45,9%	43,4%	48,5%	44,1%

Portez votre attention sur octobre 1992. Le camp du « pour » récoltait 51,2 %, et le camp du « contre », 48,8 %. Considérant la marge d'erreur, ils étaient nez à nez. Le graphique ne le montre pas vraiment...

Enfin, tel que présenté, le bloc « pour » était drôlement proche de constituer 70 % de la faveur populaire, en janvier 1992. Une illusion d'optique créée par la perspective. Les « pour » totalisaient réellement 62,5 %.

Il y a autant d'information dans le génome humain que dans 60 annuaires téléphoniques de Montréal. À Paris, les gens du projet Généthon veulent y trouver des points de repère.



La carte française du génome

En génétique, la France fait un petit pied de nez au reste de la planète. Son projet Généthon cartographie nos chromosomes à un rythme surprenant.

par Raymond Lemieux

Une jungle ! Une inextricable micro-jungle d'adénine, de cytosine, de guanine et de thymine. La fameuse double hélice de l'acide désoxyribonucléique (ADN) est un terrain de recherche bien difficile à sillonner pour des biologistes qui y traquent les gènes responsables de plusieurs maladies. Si au moins ils avaient une carte génétique fiable et complète de l'*Homo sapiens* ! C'est à cela qu'une équipe de chercheurs français met la dernière main. Une percée majeure pour le dépistage des maladies génétiques. Déjà, l'automne dernier, une première partie de la carte, dite « hautement informative », a été publiée. Le reste est attendu ces mois-ci. Parmi les envieux : les Américains. Ils

promettaient cette carte pour 1995.

La cartographie génétique servira à identifier plus rapidement les gènes responsables des 4000 maladies génétiques connues. « C'est le plus urgent », affirme Jean Weissenbach, du projet Généthon, à Paris. À ce jour, on n'a pas repéré plus d'une trentaine de ces gènes.

Des Québécois y participent

Ce résultat mitigé reste appréciable tellement le travail d'analyse sur la longue ficelle de l'ADN est, sans carte, fastidieux. Car l'ADN d'une cellule humaine s'étire sur un mètre et compte 3 milliards de nucléotides ou bases. Ces nucléotides (l'adénine, la cytosine, la guanine et la thymine) consti-

tuent, en quelque sorte, les quatre lettres de l'alphabet génétique : A, C, G et T. Formant l'ossature des 23 paires de chromosomes, les quatre types de bases écrivent un « texte charabia » qui, imprimé, donnerait l'équivalent de 60 annuaires téléphoniques de Montréal. À travers ce charabia, certains « mots » émergent ici et là : les milliers de gènes qui fournissent à nos cellules les instructions qui leur permettent de fonctionner. Les gènes ne représentent que 5 % de notre ADN, le reste étant des nucléotides dont la fonction est, pour le moment du moins, inconnue. La mutation, la perte ou le changement d'à peine quelques-unes des bases d'un gène peut causer une maladie génétique.

C'est le cas avec la fibrose kystique, qui correspond à la perte de trois nucléotides sur un gène qui en compte plus de 4000. Sans points de repère, isoler le gène porteur d'une telle maladie tenait de l'exploit. « Et encore, il y a d'autres maladies auxquelles on ne pourrait pas associer un seul gène en défaut parce que plusieurs gènes différents peuvent être simultanément mis en cause », ajoute Jean Weissenbach.

Actuellement, il existe deux pôles de recherches mondiales touchant le génome humain : les National Institutes of Health, aux États-Unis, et les laboratoires français du Généthon et du Centre d'études sur le polymorphisme humain. Les travaux pilotés par les Américains ont été répartis à travers le monde dans une vingtaine de laboratoires — des Genome Centers — qui sondent, chacun, un fragment de chromosome. C'est le fameux projet HUGO (pour HUMAN Genome Organization). « Chaque Genome Center fait la carte d'un chromosome. Ça partage le travail, mais ça le divise aussi. Ce n'est pas très efficace, soutient Jean Weissenbach. La philosophie de recherche qui sous-tend l'approche française est tout autre. On travaille de façon plus globale et en un seul lieu : au laboratoire du Généthon, près de Paris. »

Des chercheurs québécois vont parfois passer quelques semaines au Généthon pour y travailler à des projets ponctuels. « Ça nous donne accès à un laboratoire de recherche en génétique parfaitement équipé en informatique comme il n'en existe probablement nulle part ailleurs », glisse Jean Morissette, chercheur au Réseau de médecine génétique du Québec, situé au Centre hospitalier de l'Université Laval.

Vive le génome libre !

À l'UNESCO, on l'appelle le Grand livre de l'hérédité. On le considère comme un patrimoine. Un patrimoine au même titre que d'autres biens naturels tels que les montagnes du Népal, le Grand canyon du Colorado ou la Statue de la liberté.

L'automne dernier, le docteur Charles Auffray, un éminent chercheur français qui participe au Généthon, remettait à l'auguste organisation internationale les premiers 2335 éléments du catalogue des transcrits du génome humain. Cette description d'une toute petite partie du génome humain devenait ainsi « partie intégrante du patrimoine scientifique de l'humanité ». En les divulguant sur la place publique, le docteur Auffray empêchait une appropriation commerciale exclusive de ces transcrits du génome.

Ce geste du chercheur français est un pied de nez aux National Institutes of Health (NIH) des États-Unis qui souhaitent, au contraire, breveter des séquences du génome. En effet, même si aucune éventuelle application commerciale n'a encore été identifiée, certains NIH ont déposé des demandes de brevets pour des séquences partielles d'ADN, afin de s'approprier des droits sur tous les développements et les applications qui pourraient dériver de l'utilisation de ces séquences.

Le scientifique invite tous les chercheurs à suivre son exemple et à endosser cette déclaration qu'il a formulée : « toutes les connaissances fondamentales dérivées de l'étude des génomes de l'homme, d'animaux, de plantes et d'autres organismes modèles (séquences, cartes physiques et génétiques) font partie du patrimoine scientifique de l'humanité. Elles doivent donc être rendues accessibles à l'ensemble de la communauté scientifique ».

Un vœu pieu ? Il reste que, de son côté, l'UNESCO participe actuellement à la constitution d'un comité international de bioéthique qui aura le mandat de préparer une convention internationale sur le génome humain.

« La première carte génétique présentée par Généthon l'an dernier contenait 800 marqueurs », poursuit Jean Morissette, qui a d'ailleurs participé à la validation de cette carte génétique. Ces marqueurs sont des bornes, des repères qui permettent aux généticiens de s'y retrouver sur l'ADN et d'y localiser les gènes. La prochaine carte génétique, que les chercheurs du Généthon préparent actuellement, contiendra près de 2000 marqueurs.

Pour étudier l'ADN, les biologistes doivent le sectionner, le diviser. Les fragments

Les chercheurs qui travaillent dans ce laboratoire cartographient votre génome.

d'ADN sont reproduits, clonés grâce à des levures, pour pouvoir être manipulés. Ce sont, dans le vocabulaire des généticiens, des YAC (*Yeast Artificial Chromosomes* ou « chromosomes artificiels de levures »). Mais en découpant l'ADN et ses chromosomes, les chercheurs perdent l'ordre dans lequel se déroule la double hélice de l'ADN. Comment alors savoir la position réelle de chaque séquence sur l'ADN ?

La carte génétique fournit des balises pour justement refaire le puzzle. Ces balises sont, pour l'équipe du Généthon, des marqueurs microsatellites. Ce sont des segments d'ADN qui contiennent des bases d'adénine et de cytosine qui se répètent en tandem (ACACACACAC...). À la différence des marqueurs mis au point antérieurement, ces microsatellites sont plus précis : ils contiennent quelque 200 paires de bases et tiennent compte des variations dans le nombre de répétitions de la séquence AC à l'intérieur d'un même marqueur. Ils sont polymorphes, c'est-à-dire qu'ils permettent de révéler plus souvent des différences entre deux chromosomes analogues, au sein d'une même lignée familiale.

Microsatellites à la carte

Généthon a produit un catalogue de ses 800 marqueurs avec la « recette » qui permet d'utiliser chacun d'entre eux. En étudiant la transmission de certaines maladies, on peut vérifier si elles sont associées à certains marqueurs. Si le gène d'une maladie est situé entre deux marqueurs, il sera transmis plus fréquemment avec ces deux marqueurs.



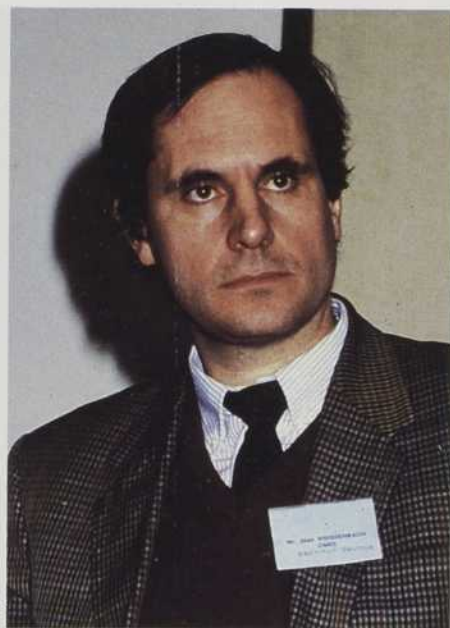
AFM

« On peut donc définir l'intervalle de l'ADN à l'intérieur duquel se trouve le gène responsable de la maladie », dit Jean Weissenbach. C'est dans cet intervalle de l'ADN qu'il faut concentrer les recherches.

La cartographie présente un avantage qui ne laisse pas indifférent Guy Rouleau, chercheur à l'Hôpital général de Montréal et membre du Conseil scientifique du Généthon. « Avec ces marqueurs, on peut plus facilement circonscrire la recherche en un lieu de l'ADN », dit-il. Guy Rouleau a notamment isolé, sur le chromosome 22, le gène de la fibromatose de type II, une maladie qui affecte une personne sur 35 000 et qui se caractérise par des tumeurs bénignes dans le voisinage du système nerveux central, ce qui peut être à l'origine de graves problèmes neurologiques. Un travail de sept ans. L'utilisation de la carte française aurait raccourci ce délai de plus de cinq ans.

La carte physique maintenant...

Une fois la carte génétique terminée, il restera à dresser la carte physique, un travail plus laborieux. Cette carte indiquera l'enchaînement des différents fragments de chromosomes et révélera, gène par gène,



« Le plus urgent : identifier les gènes des 4000 maladies génétiques connues », dit Jean Weissenbach, du projet Généthon.

nucléotide par nucléotide, les caractéristiques innées des individus. En octobre 1992, les Français du Centre d'étude sur le polymorphisme humain réussissaient un autre bon coup et présentaient une premiè-

re carte physique qui couvre les 50 millions de bases du chromosome 21. Un doublé pour les Français ! C'est avec les YAC que l'on procède progressivement à la cartographie du génome entier qui viendra évidemment beaucoup plus tard.

C'est à l'initiative de l'Association française contre les myopathies que les choses ont commencé à bouger en France. Le projet Généthon roule d'ailleurs sans fonds publics et c'est par des téléthons qu'il obtient la majeure partie de son financement de recherche. « Cela a permis de fonder un laboratoire en un temps record et de l'équiper avec les instruments de robotique et d'informatique de dernière génération. Ça trouble beaucoup les Américains », fait remarquer Guy Rouleau.

La revue américaine *Science* publiait, en mars dernier, un éditorial très sévère à l'égard du Généthon. Les séquences de YAC, affirme le texte, seraient massivement contaminées. « De la foutaise !, défend Guy Rouleau. Tous les chercheurs, les Américains y compris, ont des difficultés avec les YAC et c'est pris systématiquement en compte dans nos études. C'est davantage le prestige de la biologie américaine qui est défendu ici. » ●

Québec Science



Pour Noël offrez un beau cadeau et recevez votre cadeau : un bandeau polaire en polar doux et chaud, réversible.



Un collègue, une amie, un parent n'est pas abonné à Québec Science ?

Faites-lui plaisir. Profitez des Fêtes pour lui offrir un beau cadeau : son abonnement à Québec Science.

Avec 10 numéros par an, voilà un cadeau qui dure !

Et pour un abonnement de 2 ou 3 ans, votre abonné recevra un cadeau : 2 ans, une reliure; 3 ans, deux reliures.

OUI

j'abonne la personne suivante pour

- 1 an (10 nos) 34,67 \$ TTC
 2 ans (20 nos) 59,86 \$ TTC
 3 ans (30 nos) 83,20 \$ TTC

Faites parvenir ce coupon à Québec Science, CP 250, Sillery (Québec) G1T 2R1. Pour information : (418) 657-4391.

Nom _____

Adresse _____

no. rue app.

ville province

Code postal téléphone

Je paye par chèque Visa MasterCard
(à l'ordre de Québec Science)

N° de carte _____ Date d'expiration ____/____

Signature _____

À remplir par la personne qui abonne

Envoyez-moi mon cadeau

Adresse _____

no. rue app.

ville province

Code postal téléphone

Voulez-vous que Québec Science envoie une carte de Noël informant le nouvel abonné ?

Oui Non

Offre valide au Canada, jusqu'au 31 décembre 1993. Veuillez prévoir environ quatre semaines pour la livraison. (TPS, TVQ et frais d'expédition inclus pour le Canada) TPS: R 1335 97427 / TVQ: 1013609086

Qui sommes-nous ?

Au-delà des débats constitutionnels, au-delà de la joute entre les partis politiques, c'est d'abord ce que nous croyons être qui décidera de l'avenir du Québec comme province dans la fédération canadienne ou comme pays souverain. Pour mieux comprendre l'identité québécoise, nous avons questionné l'un de nos plus grands spécialistes de cette science qui étudie les sociétés, le sociologue Fernand Dumont.

par Claire Chabot

Professeur à l'Université Laval, Fernand Dumont n'a pas froid aux yeux. Il n'hésite jamais à déborder les frontières disciplinaires pour être fidèle à ce que les problèmes lui imposent. Le sociologue s'attaque à des problèmes philosophiques, se mêle d'anthropologie et d'histoire. En 1979, il a fondé puis dirigé l'Institut québécois de recherche sur la culture et y a créé des collections et d'imposants ouvrages, comme le *Traité d'anthropologie médicale*. Ses oeuvres, *Le lieu de l'homme*, *L'anthropologie en absence de l'homme*, *La vigile du Québec* et bien d'autres, montrent l'esprit original d'un intellectuel dont la réputation a depuis longtemps dépassé nos frontières.

La genèse de la société québécoise, qui paraît ce mois-ci chez Boréal, est une autre pierre ajoutée à l'édifice. Fernand Dumont y retrace les étapes décisives de la construction de notre identité. Un ouvrage bien documenté qui plonge à travers deux siècles d'histoire à la recherche des racines de la nation québécoise. Un livre qui, au passage, remet en question certaines idées que nous nous faisons de nous-mêmes.

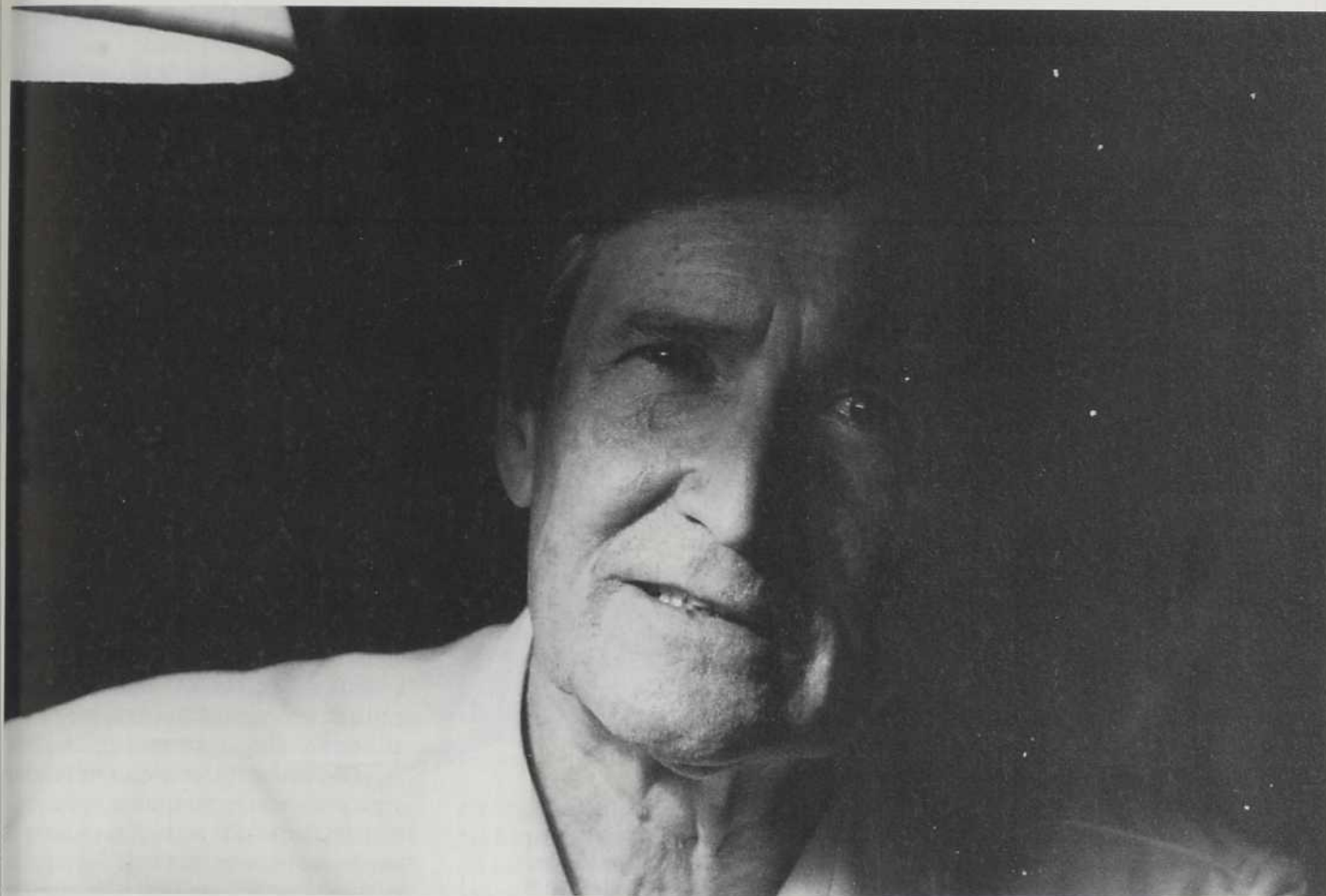
Cherchez des traits qui seraient propres aux Québécois, un problème se pose : doit-on inclure sous cette étiquette ceux qui se disent « Canadiens français » ou « Canadiens » ? Cette ambivalence de notre identité est justement un élément qui nous distingue. La nation québécoise n'est pas un vestige du Régime français qui a réussi à conserver sa culture malgré la Conquête par les Anglais. Elle a évolué à travers les moments difficiles de son histoire, s'est formée une identité aux côtés de ses concitoyens d'origine britannique et de ses voisins américains.

Le peuple québécois se partage entre l'enracinement dans son coin de pays et le voyage vers de nouveaux paysages. Il garde ses habitudes du « grand débarras » qu'on retrouve encore dans les villes le premier du mois de juillet. « Mon grand-père maternel, raconte Fernand Dumont, était cultivateur aux Éboulements durant la belle saison et, l'hiver, gardien de nuit à Boston. La famille a émigré aux États-Unis durant quelques années. Au retour, mon père s'est trouvé un travail à l'usine de la Dominion Textiles et, au bout d'un mois, il était devenu contremaître dans les teintureries, un secteur où il ne connaissait strictement rien. Pourquoi ? Simplement parce qu'il parlait anglais. »

Québec Science (QS) Nous sommes Québécois, mais aussi des Canadiens, ou des Canadiens français. Comment tracer les traits de notre identité ?

Fernand Dumont (FD) Je caricature un peu en recourant à une analogie avec la psychanalyse. Vous éprouvez des angoisses profondes, vous allez chez le psychanalyste et, au lieu de s'attarder à ce que vous êtes actuellement, il remonte à votre petite enfance. De même, quand les sociétés traversent une période de crise, c'est extrêmement important de se demander comment elles se sont construites. La façon dont on a traversé la Révolution tranquille s'explique par ce qu'on était devenu comme peuple.

Mais l'identité est une chose qui n'est jamais tout à fait cohérente. C'est une construction faite à partir de matériaux disparates, et l'on voit les fractures dans la construction finale. C'est aussi vrai pour l'identité personnelle. Comment mettre ensemble vos origines, vos amitiés, vos parents,



entre-
s et le
Il garde
« qu'on
premier
re mat
ait cult
elle soi-
stron. La
urait
pète s'es
non
ait deve
ries, un
ment
qu'il

vous travail, vos intérêts, vos collègues ? Et pourtant, on a l'impression d'être une personne et non dix. C'est une construction.

QS Sommes-nous une véritable nation ? Si oui, depuis quand ?

FD La nation, c'est le genre de réalité sociale le plus difficile à définir parce qu'on ne peut la percevoir; c'est une construction abstraite. C'est impossible de trouver des caractéristiques qui conviendraient à toutes les nations. Certaines nations ont une unité de langue, d'autres nations n'ont pas de langue. C'est le cas des Irlandais, qui parlent à peu près tous l'anglais, sans qu'on remette en question la réalité de la nation irlandaise. La nation ne découle pas nécessairement de la religion ni de l'État, puisque vous avez plusieurs nations dans un État ou une nation dans des États différents. Par ailleurs, on retrouve toujours l'une ou l'autre de ces caractéristiques dans une nation.

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, la petite collectivité de Nouvelle-France à la fin du Régime français (70 000 personnes) n'est pas encore une nation. On observe, par ailleurs, la germination d'un sentiment national; on commence à se définir comme « Canadiens ». La Conquête a accentué chez les francophones le sentiment

Pour un sociologue, la société distincte n'a pas beaucoup de sens. Les Anglais du Québec constituent une véritable société.

de la différence et une conscience de l'originalité de leurs propres institutions.

C'est la première des étapes qui ont permis aux Québécois de former une véritable nation. Avec le discours des Anglais sur nous et de nos élites sur nous-mêmes, on voit l'apparition d'une conscience politique dans un contexte de tensions ethniques (anglophones-francophones).

L'étape décisive est celle de la conscience historique, le sentiment d'une histoire commune. L'avènement de l'historiographie, ce n'est pas uniquement le début d'une discipline intellectuelle, c'est un phénomène social et la construction de la mémoire collective. Finalement, il y a aussi l'avènement d'une symbolique collective représentée par la littérature. Quand on a passé ces étapes, la genèse de la nation est terminée. L'Histoire, elle, va continuer.

QS Dans votre livre, la Conquête est presque un heureux événement pour l'identité québécoise.

FD Ma foi, oui ! Ayant été séparé très tôt de

la métropole, on a acquis beaucoup plus tôt une identité. Les Canadiens anglais sont restés rattachés à l'Empire beaucoup plus longtemps. Et c'est pourquoi ils ont beaucoup de difficulté à se définir ! Pour nous, la séparation avec les parents s'est faite très tôt; nous étions bien obligés de nous demander qui nous étions.

QS Contrairement à ce que disent bien des historiens, vous croyez que le nationalisme est apparu tardivement.

FD La grande période d'effervescence politique est celle des années 1830. Ce qui était primordial, c'était la constitution d'un peuple au sens politique du terme. Par conséquent, les anglophones en faisaient partie autant que les francophones, du moins dans l'esprit des élites francophones. Ce n'est pas du nationalisme cela ! Au contraire, ce qui prime, c'est la communauté politique. Les premières années du Parlement ne sont pas basées sur le conflit Anglais-Français, mais sur la tentative de consolider le pouvoir démocratique. Le nationalis-

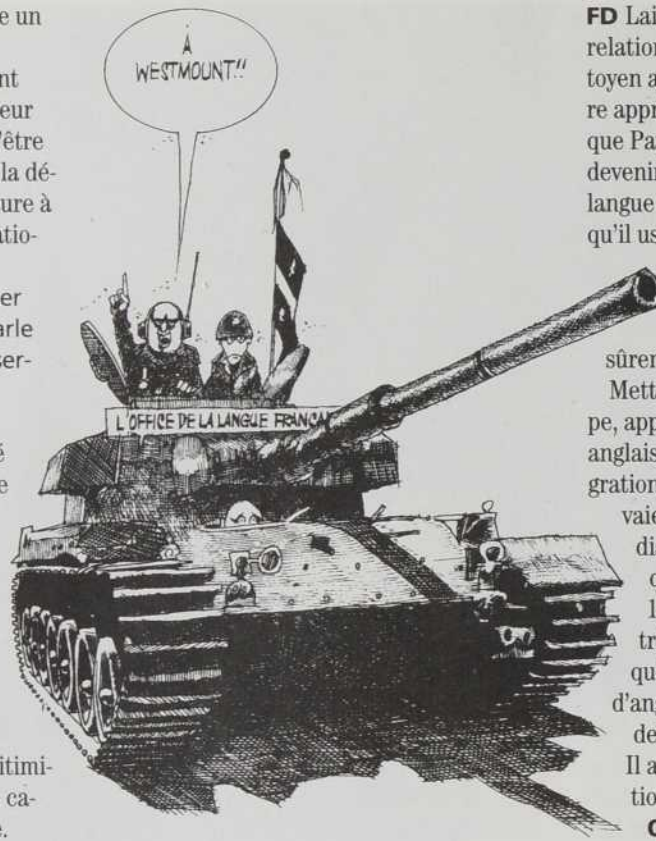
me va naître à partir de l'Union comme un mécanisme de défense.

Les pères de la Confédération veulent fonder une « nation nouvelle », selon leur expression. On va alors se contenter d'être une nation culturelle en minorité, sur la défensive, où la religion servira de structure à la nation; la langue, de barrière. Un nationalisme de survie.

QS Les Anglais ont tenté de contrôler l'Église. L'historien Marcel Trudel parle de la « servitude » de l'Église. Leur servait-elle dans leur entreprise d'assimilation ?

FD Le gouverneur Craig a même tenté d'en faire une Église nationale, comme l'Église d'Angleterre, où les gouverneurs nommeraient les curés. Ce projet impliquait la rupture avec Rome. Les gouverneurs ont vite compris que la religion était un facteur de cohésion de la société québécoise, et que les curés pouvaient servir d'intermédiaires. L'élite anglaise, par ailleurs, admettait difficilement la légitimité des prêtres catholiques alors que le catholicisme était interdit en Angleterre.

QS Lorsque Louis-Joseph Papineau s'est rendu à Londres, en 1822, il disait que les élites apprendraient tous l'anglais, alors que le petit peuple pourrait continuer à parler français en famille. Qu'en pensez-vous ?



Terry Mosher, « Aislin » sous son nom de plume, est caricaturiste au journal montréalais *The Gazette*. Ses dessins ont été publiés dans plusieurs grands quotidiens et magazines canadiens et américains.

FD Laissez-nous parler français dans nos relations personnelles puisque « aucun citoyen ayant de la fortune ne néglige de faire apprendre l'anglais à ses enfants ». Soit que Papineau croyait que le français allait devenir une langue de l'intimité et que la langue importante allait être l'anglais, soit qu'il usait de diplomatie. Était-ce un argument habile ? Ou était-ce vraiment ce qu'on pensait à l'époque ? Je crois que chez plusieurs il y avait sûrement les deux attitudes.

Mettons-nous à leur place ! Ce petit groupe, appartenant dorénavant à un empire anglais très vaste, voyait augmenter l'immigration anglaise. Plusieurs d'entre eux devaient sûrement se dire : « Un jour, on disparaîtra ! » L'historien français Tocqueville est passé par Québec, vers 1825. Il a assisté à des séances des tribunaux; il a été frappé par la langue qu'utilisaient les avocats, un mélange d'anglais et de français. Les enseignes des magasins étaient toutes en anglais. Il a eu le sentiment que cette population n'allait pas survivre.

QS Dans votre livre, vous sortez des placards certains portraits peu flatteurs des Canadiens, surtout ceux qu'ont faits de nous Murray et Lord Durham, qui disent que le peuple est « ignare, apathique et rétrograde ». Mais il est bien connu que c'était une époque où les Anglais, avec leur culture et leurs institutions, se prenaient pour des êtres supérieurs incarnant le progrès. Pourquoi s'y attarder ?

FD Si on s'intéresse à la construction de l'identité, celle-ci s'exprime aussi dans les discours. Dans un pays colonisé, c'est important d'analyser le discours que le colonisateur construit sur nous.

Nos ancêtres ont dû intérioriser une partie de ce discours-là. Toute proportion gardée, si vous vivez dans un groupe où quotidiennement les gens vous considèrent comme un imbécile, vous n'allez peut-être pas croire cette affirmation, mais vous allez malgré tout finir par en intérioriser quelques éléments. Dans le discours que vous allez construire, vous allez être obligé de tenir compte du discours que l'autre porte sur vous, soit pour le réfuter, soit pour en intégrer une partie.

QS Pour vous, la souveraineté du Québec pose problème. Lequel ?

FD Il faudra admettre qu'au Québec, il y a deux sociétés, et pas seulement deux cultures. Deux sociétés avec leurs systèmes institutionnels poussés tellement loin que, dans certains cas, il n'y a aucune communi-

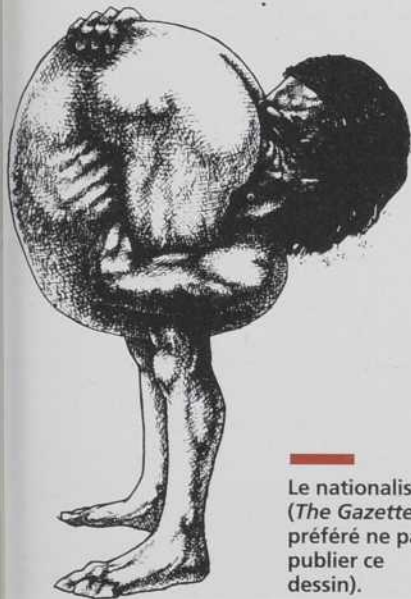


Ce que les anglophones disent des francophones est très important dans la construction de l'identité québécoise.

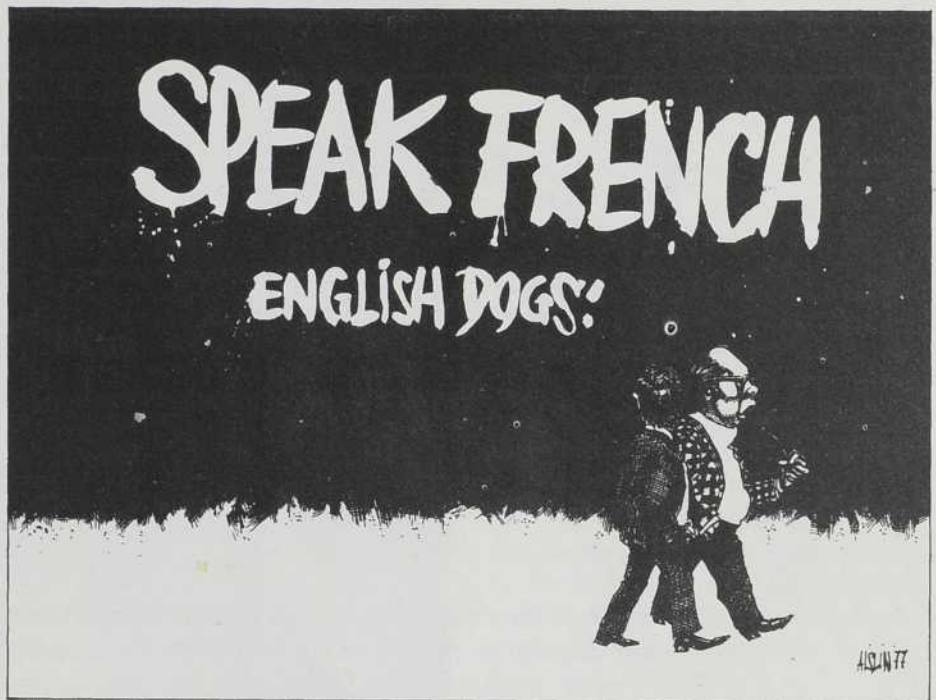
cation entre eux. L'exemple le plus frappant, c'est le système d'éducation. Chaque système scolaire fonctionne sans contact avec l'autre. Quand on parle de « société distincte », c'est peut-être commode pour les discussions constitutionnelles, mais, pour un sociologue, ça n'a pas beaucoup de sens. Les Anglais du Québec constituent une véritable société, et non une simple minorité.

QS Quelles sont les conséquences lorsqu'une de ces sociétés veut la souveraineté ?

FD Ce qui est possible, au point de vue de la souveraineté, c'est de fonder une nouvelle communauté politique, un État. Mais pas un État national ou ethnique. J'exclus cette possibilité, tout en étant conscient que la principale raison pour promouvoir la souveraineté du Québec, c'est la nécessité d'un soutien politique pour la survie et le développement de la nation francophone en Amérique. En fait, il y a plusieurs nations au Québec (il ne faut pas oublier les autochtones). Ça n'empêche pas qu'on puisse fonder une communauté politique souveraine. Il faut bien faire la distinction entre une communauté politique et une nation. Les Anglais pourront garder leurs institutions, sans devenir une minorité qu'on cache sous la table. Il faudra par contre éri-



Le nationaliste (*The Gazette* a préféré ne pas publier ce dessin).



« OF COURSE IT'S DIFFICULT FOR OUTSIDERS TO GRASP THE SUBTLE COMPLEXITIES OF THE SITUATION HERE IN QUÉBEC »

« Évidemment, il est difficile pour les étrangers de saisir la subtile complexité de la situation ici au Québec. »

ger des ponts entre les institutions; ce n'est pas normal qu'il y ait des cloisons étanches.

QS Les Québécois ont-ils de la difficulté à se définir ? Certains se définissent encore comme des « Canadiens français », sans compter les allégeances politiques et les idéologies qui nous séparent.

FD Nous vivons une crise d'identité. Comment va-t-on se redéfinir comme nation ? Ça dépasse la question de savoir si on va faire ou non la souveraineté. On est dans une période décisive, et le problème constitutionnel n'est qu'un aspect parmi d'autres. C'est même un aspect du problème national comme tel.

Depuis les 30 dernières années, on assiste à la refondation du Canada, dont le principal artisan a été Pierre Elliott Trudeau. Ce que les francophones pensaient depuis la Confédération, c'était que le pays était biculturel. C'était le postulat de base. Que la Confédération ait été un pacte ou autre chose, l'important c'est ce qu'on a cru. Le passage au multiculturalisme et à la Charte des droits, c'est une tentative pour fonder une nation canadienne. C'est l'État qui vous fait citoyen de la nation. C'est pour ça que les Québécois sont obligés de sortir du Canada. Ce n'est pas parce que les Anglais ne nous aiment pas ! C'est que le reste du Canada rejette l'idée des deux nations fondatrices pour l'idée d'un État multicultural.

En construisant la nation canadienne de cette façon, les politiciens n'ont pas vu très

loin... Ils vont avoir des problèmes. La Charte des droits et le multiculturalisme permettent la formation de groupes de pression. L'État recevra, comme un effet de boomerang, ce qu'il a essayé d'imposer. De plus en plus, les droits individuels vont primer sur les droits collectifs, et on assistera au danger de la fragmentation de l'État.

La référence que nous avons construite s'est effritée. Est-ce qu'on va être capable d'en reconstruire une autre ? C'est incroyable ce qu'on a pu digérer d'influences étrangères, un régime politique qui nous était étranger, des influences américaines. Même avec ça, on est différent ! C'est la faculté de digestion qui fait que la nation dure ou pas. Ce n'est pas l'isolement.

QS L'étiquette souverainiste vous va. Mais celle de nationaliste ?

FD Ça me va aussi ! Je ne suis pas regardant là-dessus. Les francophones en Amérique du Nord sont obligés d'être nationalistes, d'utiliser ce mécanisme de défense. On est obligé d'être conscient de notre survie à cause de notre situation particulière. Si j'étais Français, je ne serais pas nationaliste. Ici, c'est une nécessité. ●

Sans commentaire.



La vérité sur l'hypnose

Sous hypnose, des gens se souviendraient avoir été enlevés par des extraterrestres. D'autres se feraient opérer sans anesthésie et sans douleur. Comment discerner les mythes de la réalité ?

Un dossier de Claude Lafleur

Si on en croit la publicité, notamment celle publiée dans les *Pages jaunes*, l'hypnose est une panacée qui permet de traiter des affections aussi diverses que les problèmes de tabagisme, d'alcoolisme ou de drogue, les phobies de toute nature, les douleurs morales et physiques, l'eczéma, les verrues, la perte de poids, l'insomnie, les désordres sexuels, la constipation... ou même augmenter la taille des seins ! À l'autre extrême, certains spécialistes doutent que le phénomène existe.

L'hypnose suscite d'autant plus de controverse qu'elle intéresse des individus dont la crédibilité est variable : du chercheur universitaire à l'artiste de scène, du médecin qualifié au thérapeute improvisé. Le débat se déroule surtout aux États-Unis et en Europe. Mais c'est pourtant au Canada qu'il se fait le plus de recherche scientifique en ce domaine.

Le Canada compte cinq équipes de recherche, soit davantage que n'importe où ailleurs, selon Gaston Brosseau, psychologue et chef du service de psychologie de l'hôpital Maisonneuve-Rosemont. L'une d'elles œuvre au département de psychologie de l'Université Concordia et est dirigée par deux chercheurs de renom, les docteurs Jean-Roch Laurence et Campbell Perry. Par ailleurs, 150 médecins, dentistes et psy-

chologues utilisant l'hypnose dans leur pratique courante sont regroupés au sein de la Société québécoise d'hypnose (SQH). L'hypnose est-elle un procédé magique par lequel l'hypnotiseur prend « possession » de l'hypnotisé ? Un sujet hypnotisé peut-il se rappeler avec une précision remarquable certains épisodes de sa vie, allant même jusqu'à revoir sa naissance ? Ce qu'il dit est-il nécessairement vrai ? La réponse à toutes ces questions est la même : non. C'est du moins ce que démontrent de nombreuses expériences scientifiques.

En effet, les chercheurs s'entendent tout d'abord sur le fait que l'hypnotiseur n'exerce aucun pouvoir sur son sujet; il transmet tout au plus des suggestions que l'hypnotisé a toujours le choix d'accepter ou non. Gaston Brosseau, qui utilise fréquemment l'hypnose dans sa pratique, est catégorique : « Il est absolument impossible de faire faire quoi que ce soit à un sujet contre sa volonté. » En tout temps, l'hypnotisé conserve la maîtrise de ses actes.

N'empêche que certaines personnes en viennent à poser des gestes étonnants. Sous hypnose, une adolescente normalement très réservée peut jouer à Tina Turner, alors qu'un homme d'affaires sérieux peut faire un bryant solo de batterie ! Les spécialistes font valoir que ces personnes hypnotisées se sentent alors dans un contexte

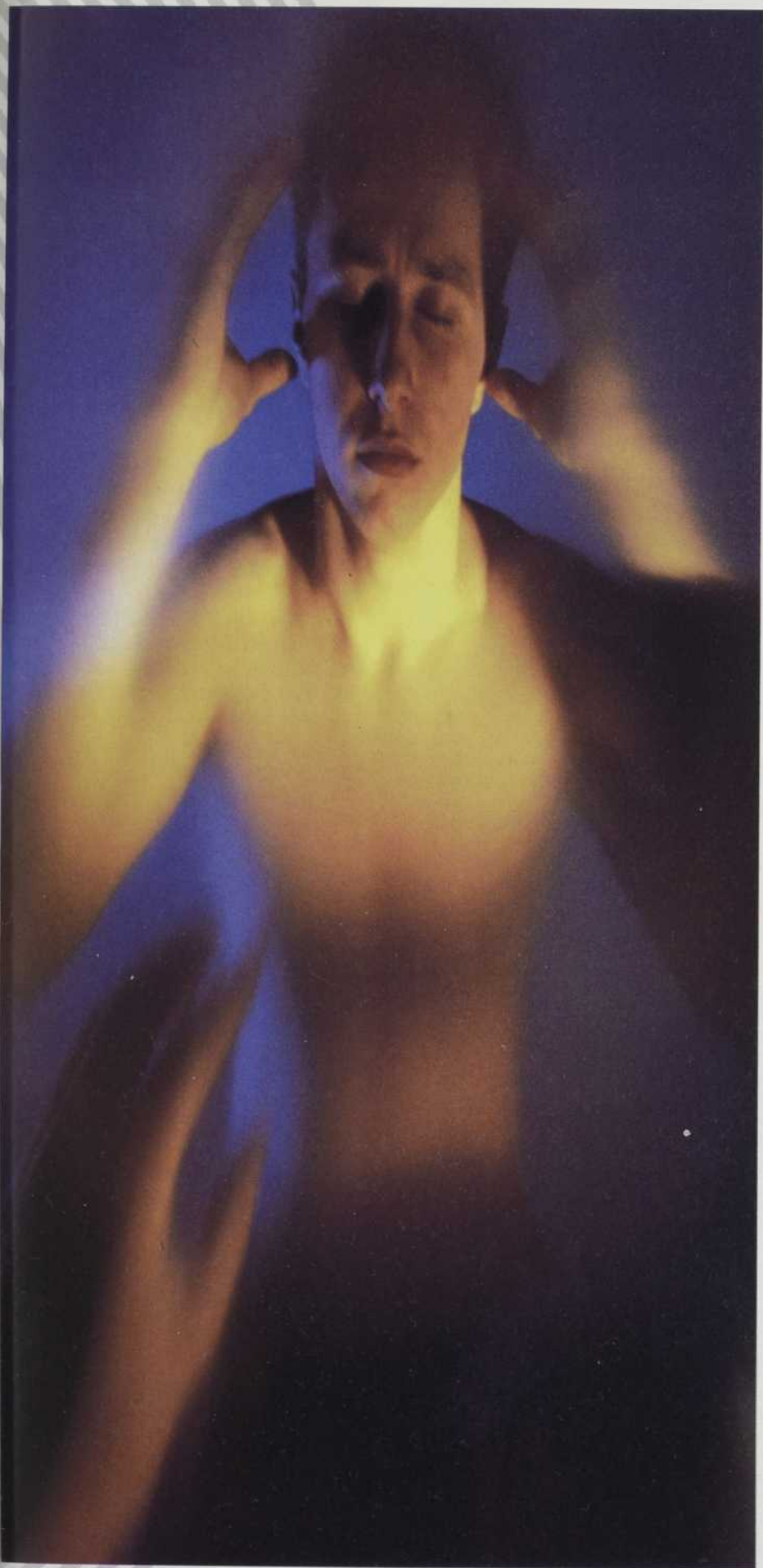
social leur permettant d'agir à leur guise. « En les plaçant sous hypnose, nous leur fournissons le prétexte nécessaire pour qu'elles s'exhibent », explique Dany Lacroix, l'un des chercheurs de l'équipe de Concordia.

Se rappeler d'extraterrestres ?

L'hypnose ne permet pas non plus de retrouver une mémoire perdue. Dans le cadre d'un cours de psychologie, George Putnan a projeté le film d'une collision entre une voiture et une bicyclette. Par la suite, des sujets placés sous hypnose se sont fait dire qu'ils verraient l'accident aussi clairement que sur pellicule et qu'ils seraient même capables de ralentir l'action ou de se concentrer sur certains détails. Pourtant, interrogés sur ce qu'ils se souvenaient avoir vu, ces témoins ont commis plus d'erreurs que les sujets non hypnotisés. De nombreuses expériences ont obtenu le même genre de résultats.

Selon Gaston Brosseau et Jean-Roch Laurence, le souvenir hypnotique, tout comme le souvenir ordinaire, est teinté de fabulations et de transformations qu'il est impossible de déchiffrer, même si subjectivement, pour les patients, il a valeur de réalité.

Que penser alors de ceux et celles qui prétendent, avec toute la sincérité du mon-



En réalité, l'hypnotiseur n'exerce aucun pouvoir sur son sujet.

de, avoir été kidnappés par des extraterrestres ? Le cas de Betty et Barney Hill est une « preuve » classique de l'existence des extraterrestres. Au cours de la nuit du 19 au 20 septembre 1961, ils revenaient de leurs vacances à Montréal. Alors qu'ils faisaient route en direction de leur domicile de Portsmouth, au New Hampshire, ils auraient aperçu un OVNI...

Deux ans plus tard, ils furent traités par le docteur Ben Simon, un psychiatre de Boston expert dans la technique des régressions hypnotiques. C'est alors que, sous hypnose, les Hill se mirent à raconter avoir été emmenés à bord de l'OVNI où des créatures extraterrestres les auraient examinés physiquement. L'histoire fit sensation lorsque publiée en octobre 1966 dans le magazine *Look*. Toutefois, jamais le docteur Simon n'a cru en l'histoire des Hill ; pour ce spécialiste le plus au fait du cas, il ne s'agissait que d'une fantaisie inventée par Betty Hill.

Pour voir ce qu'il en est vraiment, trois chercheurs californiens — Alvin Lawson, William McCall et John De Herrera — ont vérifié comment se comporteraient sous hypnose des personnes qui n'ont jamais vécu une telle mésaventure. Placés à tour de rôle en transe hypnotique, huit volontaires se sont fait demander de s'imaginer être à bord d'un OVNI où ils seraient physiquement examinés. On leur demanda alors de décrire la scène.

Les résultats de l'expérience ont été « époustouflants », relatent les expérimentateurs. « Ce qui nous a tout d'abord étonné, c'est la facilité et l'empressement des sujets à offrir leur description. » Mieux, lorsque par la suite ces chercheurs ont comparé les détails des récits imaginaires à ceux de personnes prétendant avoir été enlevées par des extraterrestres, ils n'ont distingué aucune différence substantielle. Ils concluent : « Cette étude fournit l'évidence que des kidnappés imaginaires rapportent sous hypnose avoir vécu une expérience fort semblable à celles des "véritables témoins" ! »

Dans leurs laboratoires de Concordia, les docteurs Laurence et Perry ont pour leur part créé de faux souvenirs dans la mémoire de sujets hypnotisés. La moitié des sujets ont ainsi cru avoir été réveillés par des bruits en pleine nuit puis être sortis à l'extérieur de la maison pour en vérifier l'origine, alors qu'en réalité ils avaient dormi d'un sommeil continu. Ils ont même recréé chez un individu deux situations que celui-ci aurait vécues simultanément, mais en des lieux différents...

Il en est de même pour les régressions vers l'enfance. Lorsqu'on fait reculer des adultes à l'âge de cinq ans et qu'on leur demande de dessiner, ils dessinent alors comme ils s'imaginent que le font les enfants. Les caractéristiques de leurs dessins n'ont de fait rien à voir avec celles de véritables enfants de cet âge. Quant à la capacité de revivre sa naissance, un certain scepticisme

Il est assez facile de créer de faux souvenirs dans la mémoire d'un sujet hypnotisé.

est de mise... Sous hypnose, certaines personnes racontent leur naissance « naturelle », alors que leur dossier médical indique clairement qu'ils sont nés par césarienne ! Que penser de ces séances où le sujet hypnotisé se rappelle de ses supposées vies antérieures ?

Voilà pourquoi bon nombre de chercheurs considèrent que l'hypnose fait d'abord appel

à l'imagination. Ils la définissent comme la capacité de se plonger, presque corps et âme, dans des activités imaginaires, en mettant de côté son esprit critique (sans toutefois l'abandonner entièrement).

D'ailleurs, pour se faire hypnotiser, il faut avant tout se prêter au jeu de l'hypnotiseur, c'est-à-dire accepter les suggestions qu'il nous propose (*voir encadré*). Il est donc impossible de se faire hypnotiser contre sa volonté. L'hypnotiseur commence par évoquer des suggestions simples, puis, progressivement, il y va de propositions de plus en plus complexes. En laboratoire, les chercheurs ont conçu une échelle « d'hypnotisabilité » comportant trois types de suggestions.

Le premier type est très facile : un bras qui devient lourd, des mains qui se reposent ou qui se rapprochent à la manière d'aimants. Au deuxième niveau, l'hypnotiseur fait d'abord une suggestion, (par exemple, « votre bras est paralysé »), puis il demande au sujet de tenter de la contrecarrer (« essayez de bouger votre bras paralysé »). Le troisième palier aborde la régression vers le passé, divers types d'hallucinations, l'amnésie ou des suggestions qui devraient être réalisées après la fin de la séance d'hypnose.

Grâce à cette échelle, les scientifiques observent jusqu'où peut se rendre un sujet. Ils ont ainsi établi que de 10 à 15 % de la population répond très bien à l'ensemble des suggestions, alors qu'une autre tranche de 10 à 15 % réagit peu ou pas. Le reste de la population est plus ou moins « hypnotisable ».

En outre, ces études tendent à montrer que les bons sujets possèdent trois traits de personnalité. Ils sont évidemment imaginatifs ; dans leur quotidien, c'est avec facilité qu'ils visualisent une scène quelconque. Ils ont aussi la capacité de se concentrer sur quelque chose en oubliant tout le reste autour d'eux. Et ils sont capables de mettre de côté leur sens critique pour se laisser voquer dans le monde de l'imaginaire.

Comparable à la détente

Quoi qu'il en soit, les travaux montrent que l'hypnose ne constitue pas un état spécial de conscience, un état de conscience différent de ce que sont l'éveil, la détente, le sommeil ou le rêve. Chez une personne hypnotisée, l'activité cérébrale, le rythme respiratoire ou cardiaque, la sécrétion des glandes et les autres paramètres physiologiques sont les mêmes que lors d'un état de détente profonde. Il est impossible de distinguer une personne véritablement hypnotisée d'une autre qui est détendue et qui fait sim-

Le danger de l'hypnose

Rien n'est plus facile que de se faire hypnotiser ; il s'agit simplement d'accepter de jouer avec l'hypnotiseur. Celui-ci commence par nous proposer une détente, puis suggère certaines images. Si l'ambiance est propice, il peut même sauter l'étape de la relaxation, comme l'a fait avec moi le psychologue Gaston Brosseau, dans son bureau à l'hôpital Maisonneuve-Rosemont.

Ainsi, à un certain moment au cours de l'entrevue qu'il m'accordait, il m'a interrompu en me disant : « Lève ta main droite devant toi... Regarde au plafond, il y a là un fil accroché... Je le prends et je l'attache autour de ton poignet. Tu le vois ? »

Ma première réaction a été « Non. Je ne vois pas de fil ! » (De fait, il n'y en avait aucun.) Mais maître Brosseau a insisté quelque peu et j'ai fini par dire oui : « D'accord, à présent, je vois le fil. » « Très bien, a-t-il dit avec un sourire. Tu vois, je l'attache autour de ton poignet... Maintenant, ta main pend d'elle-même devant toi. Détends-toi. » C'était bien vrai, j'avais l'impression que ma main était suspendue à un fil invisible ! J'étais donc hypnotisé. « L'hypnose, ce n'est pas plus compliqué que cela ! » sembla clamer le psychologue visiblement satisfait.

L'hypnose est donc un procédé fort simple qui s'apprend aisément. N'importe qui peut même s'attribuer le titre d'« hypnologue » ou d'« hypnothérapeute », et ouvrir son bureau de pratique privée. Il n'existe en effet aucune réglementation contrôlant cette « profession ».

Mais l'hypnose est dangereuse. Elle peut provoquer des traumatismes permanents.

L'hypnose pose de véritables risques, dont celui de faire naître de faux souvenirs qui, par la suite, paraîtront aussi réels que la « vraie » réalité. Ainsi, un sujet questionné sur son passé peut, par inadvertance, se mettre à imaginer qu'il a subi une expérience traumatisante. L'exemple type — c'est-à-dire celui qui se produit assez fréquemment — est celui d'une personne qui se remémore sous hypnose avoir été abusée sexuellement par son père alors qu'elle était très jeune ! Or, il a été démontré qu'un sujet hypnotisé est fortement porté à fabuler, de sorte que ce souvenir peut très bien avoir été inventé.

Aux États-Unis, on observe d'ailleurs depuis quelques années des milliers de cas semblables. Après enquête, certains se sont révélés être de pures fantaisies, alors que dans d'autres cas on n'a pas pu déterminer où se situait la vérité. Mais, quoi qu'il en soit, la « victime » et son entourage vivent à présent avec une terrible « certitude »...

L'hypnose recèle d'autres dangers, notamment lorsqu'on y recourt pour supprimer la douleur. Un mal de tête peut provenir d'une tumeur, une douleur musculaire peut témoigner d'un cancer naissant. Qu'arrive-t-il lorsqu'un « hypnothérapeute » soulage la douleur sans traiter la cause du mal ?

C'est pourquoi, avant de procéder à la suppression d'une douleur, le psychologue Gaston Brosseau soumet son patient à une batterie d'examen médicaux. Jean-Roch Laurence s'assure pour sa part de l'état psychologique du patient avant d'utiliser l'hypnose en thérapie.

Avant de s'en remettre à un hypnotiseur, on devrait toujours s'assurer qu'il s'agit bien d'un professionnel de la santé dûment reconnu, un psychologue ou un médecin par exemple. On doit aussi s'assurer qu'il n'outrepasse pas son domaine de compétence. Et, surtout, attention aux thérapeutes sympathiques qui, de bonne foi, promettent de traiter tous vos maux. Leurs carences professionnelles pourraient vous marquer pour le reste de vos jours.

Claude Lafleur

plement semblant d'être hypnotisée.

Voilà pourquoi certains spécialistes ne croient pas à l'existence de l'hypnose. Pour eux, il ne s'agirait que d'une mise en scène entre l'hypnotiseur et l'hypnotisé afin de faire croire à des « exploits » qui pourraient être réalisés en état d'éveil, par simple effort de volonté.

C'est le cas, sans l'ombre d'un doute, des démonstrations faites lors des spectacles de music-hall. Pour Gérard Majax, magicien professionnel et grand démythificateur, l'hypnotisé joue purement et simplement la comédie alors que le « maître » crée l'impression de posséder un pouvoir exceptionnel.

Certains trucs utilisés sur scène sont surprenants. Dans son ouvrage *Le grand bluff*, Gérard Majax n'hésite pas à en expliquer plusieurs, dont celui des « mains collées ». L'hypnotiseur demande à un spectateur volontaire de placer ses bras l'un à côté de l'autre, horizontalement devant lui. Il lui demande d'entrecroiser les doigts de ses mains et de les serrer fortement. Au bout d'un moment, il lui dit : « Vous allez essayer de séparer vos mains, mais vous ne le pourrez pas. » La personne hypnotisée oubliera d'ouvrir d'abord les doigts pour libérer ses mains ! Et le fait d'avoir serré fortement les doigts a bloqué la circulation du sang, ce qui réduit la sensibilité et le contrôle des mains.

Par contre, sur le plan médical, l'hypnose donne des résultats bien réels. « Traiter la douleur par hypnose, c'est merveilleux, déclare Gaston Brosseau. Nous obtenons une réponse très intéressante, particulièrement en ce qui a trait aux douleurs physiques, telles que la migraine et les maux de dos. » À l'hôpital montréalais Maisonneuve-Rosemont, certains accouchements et opérations se font sous hypnose.

Le psychologue relate même le cas de Simon, un athlète d'une vingtaine d'années qui souffrait d'une hernie. En mai 1992, celui-ci s'est fait opérer... sans un soupçon d'anesthésie ! Sur bande vidéo, on voit le chirurgien procéder à l'opération alors que Simon s'imagine tout bonnement faire de la plongée sous-marine par 20 mètres de fond ! On l'entend même échanger tranquillement avec son hypnotiseur, sans manifester de signe de douleur.

Laissant filer un petit sourire malin, Gaston Brosseau raconte que, immédiatement après l'opération, Simon s'est levé avec l'intention de se rendre de lui-même à sa chambre : « Le pauvre chirurgien n'avait jamais vu un de ses patients quitter le bloc opératoire en marchant ! » En quelques



Un OVNI ? Une des « preuves » classiques de l'existence d'extraterrestres vient des déclarations de gens hypnotisés. L'hypnose est pourtant un très mauvais sérum de vérité.

heures, l'opéré recevait son congé de l'hôpital et, trois jours plus tard, il retournait travailler.

Gaston Brosseau avertit toutefois qu'il s'agit là d'une performance exceptionnelle. « Ce n'est pas à la portée de tout le monde... Il s'agit plutôt d'un dixième de 1 % de la population », dit-il.

Il est par contre assez facile de traiter des maux de tête. Dans ce cas, le thérapeute recourt à des techniques d'imagerie mentale. Il enjoint le patient de visualiser son mal, de le voir comme s'il s'agissait d'un objet et d'imaginer que celui-ci devient de plus en plus petit, jusqu'à disparaître...

Gaston Brosseau explique d'autres cas qu'il a traités, dont celui d'un enfant souffrant de graves problèmes de peau. Le corps du jeune patient était couvert de plaies et de cicatrices. Étonnamment, le psychologue dit que l'origine du mal se situait au chapitre de la relation entre la mère et l'enfant. Il les a soumis à quelques séances hypnotiques (lié par le secret professionnel, le psychologue hésite à donner plus de détails sur ces séances). Après seulement quelques semaines de thérapie, l'apparence de l'enfant s'est énormément améliorée.

Il ne faut cependant pas crier « Miracle ! », insiste Gaston Brosseau, car ce n'est pas l'hypnose qui fait des prodiges, mais la personne qui se prend en main. « Ce n'est pas l'hypnotiseur qui donne la solution, c'est le patient qui trouve celle qui lui convient. Il est très important de comprendre cela. N'oublions jamais que l'hypnose n'est qu'un outil, et un outil qui ne fait pas de miracle. »

« Ce qui compte, c'est souvent la manière dont nous percevons une situation », dit le docteur Campbell Perry. Il illustre à sa façon comment on peut remédier à un problème... de petits seins. Il relate le cas d'une dame qui, par manque d'estime personnelle, marchait le dos courbé et la tête penchée. Or, le simple fait de l'encourager à redresser sa posture a eu pour effet de mettre en valeur sa poitrine. ●

Pour en savoir plus...

- Jean-Roch Laurence et Gaston Brosseau, « Hypnose et Hypnothérapie : un survol » dans *Le Clinicien*, décembre 1990, p. 73-83 et janvier 1991, p. 141-159.
- Gérard Majax, *Le grand bluff*, Éditions Fernand Nathan, 1978.
- C. Perry, J.-R. Laurence, R. Nadon et L. Labelle, « Past Lives Regression » dans *Hypnosis : Questions and Answers*, édité par B. Zilbergeld, M.G. Edelstein et D.I. Araos, W.W. Norton Co., 1986.

La loi du plus... fraternel !

Charles Darwin s'est-il trompé ?
Des chauves-souris vampires partagent le
sang sucé. Des petits poissons mangent
dans la gueule d'un prédateur. La nature
foisonne d'exemples d'altruisme qui
semblent contredire sa loi
de la survie du plus fort.

par Jean-Marc Fleury
recherche : Pauline Degen

La nature ne fait pas de sentiment. C'est la loi du plus fort. Un lion enlève souvent les femelles d'un autre mâle; il tue alors les lionceaux qui ne sont pas siens. Privées de leurs petits, les lionnes entrent en chaleur. Leurs prochains lionceaux porteront les gènes du mâle vainqueur. Parmi ces gènes, quelques-uns dicteront aux mâles de tuer les lionceaux des femelles qu'ils conquerront. Les gènes des plus forts se perpétuent ainsi d'une génération à l'autre.

En théorie, presque tous les comportements des animaux sont guidés par une « volonté » de multiplier leurs gènes à travers leur descendance. Cette compétitivité égoïste est tellement répandue que Charles Darwin en a fait le moteur de l'évolution : les individus égoïstes sont logiquement les plus aptes à survivre et se reproduire.

Pourtant, on trouve aussi dans la nature de fameux exemples d'abnégation. Les abeilles, on le sait, se condamnent à la mort en piquant. Certaines fourmis tropicales défendent leur colonie en se faisant littéralement exploser. Elles contractent si fortement les muscles de leur abdomen qu'il éclate, libérant une substance visqueuse dans laquelle s'enlisent les agresseurs ! Et que dire des abeilles et des fourmis ouvrières stériles dont le labeur incessant, peut-être moins spectaculaire, n'est pas moins altruiste.

Cette abnégation des insectes sociaux,

Darwin s'avouait incapable de l'expliquer. « C'est un problème qui a priori me semble insurmontable, écrivait-il dans son ouvrage *L'origine des espèces*, et qui pourrait même être fatal pour l'ensemble de ma théorie. »

Ces comportements altruistes remettent-ils vraiment en question l'édifice de la théorie de l'évolution ? Tout comme les traits physiques, les comportements sont soumis aux lois de l'évolution. Les différentes « stratégies de survie » entrent en compétition les unes avec les autres. Les individus dont la stratégie est gagnante laisseront plus de descendants que les autres, et leurs comportements se répandront dans la population. Mais comment une stratégie altruiste peut-elle devenir gagnante et permettre aux gènes de se multiplier ?

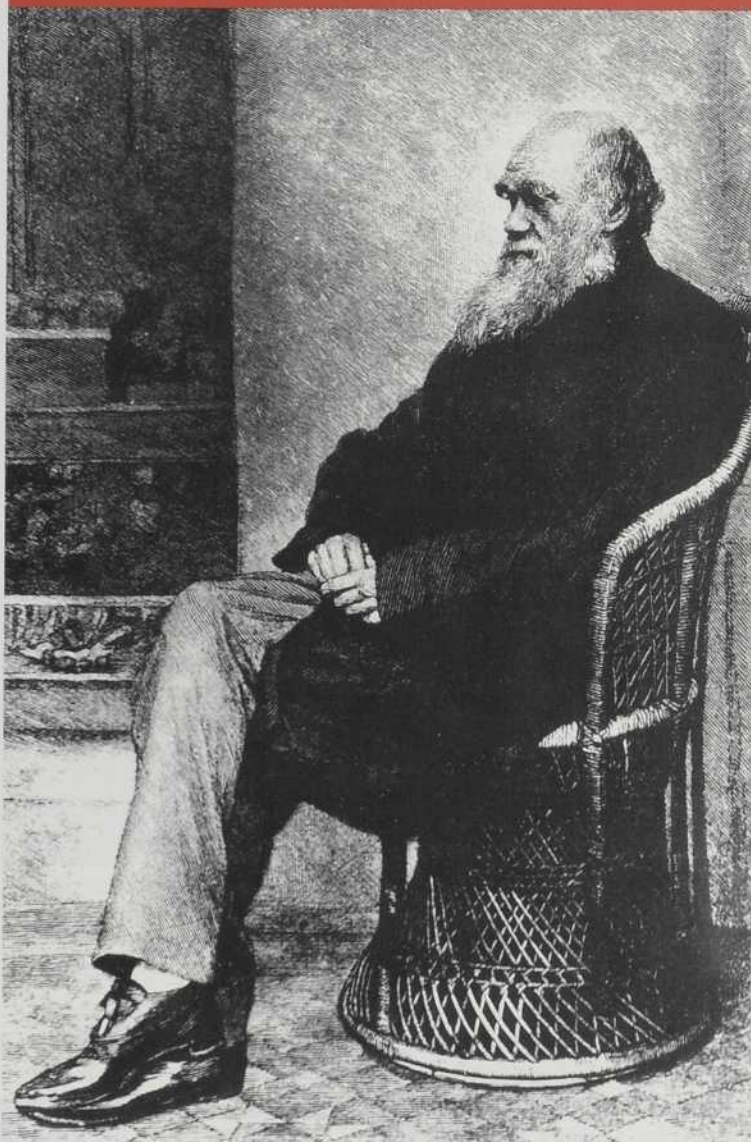
Première réponse, la plupart des animaux qui se sacrifient pour d'autres le font habituellement pour des parents : fils ou filles, frères ou sœurs. Aider un parent,

c'est aider un individu qui porte beaucoup de nos gènes. Plus on est apparenté, plus on a intérêt à s'entraider ! Cela expliquerait pourquoi les parents s'occupent de leurs enfants... et pourquoi les frères et sœurs s'entraident parfois. On comprend mieux l'altruisme des fourmis et des abeilles d'un même nid lorsqu'on sait qu'elles partagent en moyenne 75 % de leurs gènes. Ce rapport n'est que de 50 % pour des frères et sœurs humains. D'un point de vue génétique, l'altruisme entre parents n'est

qu'une forme déguisée d'égoïsme. Darwin peut dormir en paix.

Le hic, c'est que l'altruisme existe aussi entre des individus qui ne sont pas apparentés. Prenons l'exemple des chauves-souris vampires de l'Amérique du Sud. La nuit, elles se gorgent du sang de leur victime. Si l'une d'entre elles passe deux nuits sans trouver sa ration de sang frais, elle meurt de faim. La chauve-souris chanceuse qui a trouvé beaucoup de sang a avantage à conserver le surplus pour elle, car si elle le partage, elle risque d'en manquer plus rapidement. Mais comme les vampires ont un métabolisme extrêmement rapide, un peu de sang fait toute la différence entre la vie et la mort pour celui qui n'a pas mangé depuis longtemps. Pour l'animal affamé, le sang a beaucoup plus de valeur que pour la bête repue qui le donne. La chauve-souris chanceuse a donc avantage à régurgiter du sang dans la gueule d'autres chauves-souris

L'erreur de Darwin



parentes. Mais plusieurs dons de sang s'effectuent entre vampires aucunement apparentés. Pourquoi ?

Les chercheurs ont constaté que les chauves-souris vampires ont des « amis » qu'elles reconnaissent. Elles donnent du sang à ceux qui leur rendront la pareille. La relation altruiste devient alors payante seulement si elle est réciproque.

Reste une petite question que les biologistes ont trouvée bien difficile. Comment un tel climat de coopération peut-il s'établir alors qu'au départ les êtres vivants semblent égoïstes ?

Comme il est impossible de retourner dans le passé pour observer l'évolution, les chercheurs utilisent des simulations par ordinateur. C'est ainsi que le politologue américain Robert Axelrod, en collaboration avec le biologiste britannique William Hamilton, a effectué une analyse célèbre des conditions nécessaires à l'émergence de la coopération. Il a démontré que la coopération pouvait naître et évoluer dans un univers peuplé d'égoïstes. Pas besoin de reléguer Darwin aux oubliettes !

Le dilemme de la coopération

La situation des vampires colle tout à fait à un jeu mathématique, le dilemme de la coopération (aussi connu sous le nom de dilemme du prisonnier).

Le dilemme de la coopération se joue à

deux. Le but du jeu consiste à accumuler le plus de points. Chacun des joueurs peut soit coopérer, soit faire cavalier seul. Les joueurs doivent annoncer simultanément leur choix. Chacun obtient un pointage qui dépend de son choix à lui, mais aussi du choix de son partenaire. Si votre partenaire coopère et que vous choisissez aussi de coopérer, chacun obtiendra trois points. Si, malgré la collaboration de l'autre, vous décidez de faire cavalier seul, vous gagnez cinq points. L'autre se retrouve alors perdant : zéro point ! Quand les deux partenaires font cavalier seul, ils n'obtiennent qu'un seul point chaque.

La situation des chauves-souris vampires ressemble beaucoup à cette structure de gains : celle qui ne partage pas son sang se retrouve doublement gagnante lorsqu'une autre lui donne un peu du sien. Il est donc plus payant d'être égoïste si vous savez que l'autre joueur va coopérer.

Supposons maintenant que l'autre agisse seul et que vous coopérez; c'est à votre tour de ne faire aucun gain. Si, par contre, vous faites également cavalier seul, les deux adversaires gagnent chacun un point. Bien sûr, si vous êtes convaincu que l'autre joueur se montrera égoïste, vous choisirez de faire de même.

Quoi que fasse l'autre joueur, il vaut donc mieux faire cavalier seul. Mais en étant tous les deux égoïstes, les partenaires se retrouvent finalement avec un score minable d'un point chacun. D'où le dilemme. Or, s'ils avaient tous les deux coopéré, chacun aurait remporté trois points ! Votre raisonnement égoïste sans faille vous conduit tous les deux au pire résultat possible.

Impossible d'y échapper : deux joueurs égoïstes et rationnels opteront tous les deux pour la stratégie « cavalier seul » s'il n'y a qu'une seule partie à jouer. Mais la situation change du tout au tout si les partenaires jouent souvent ensemble, comme les vampires d'une même famille ou d'une même grotte.

Robert Axelrod a testé plusieurs comportements dans le jeu du dilemme de la coopération. Certaines stratégies, malveillantes et surnoises, suscitaient initialement la coopération pour ensuite faire place à l'égoïsme. D'autres étaient bienveillantes et indulgentes, entraînant la coopération dès le premier coup et pardonnant la défection en collaborant de nouveau.

La loi du talion

La stratégie qui obtient les meilleurs résultats s'appelle « donnant, donnant ». Elle s'inspire directement de la loi du talion : œil pour œil, dent pour dent. Il s'agit de coopérer dès le premier coup, puis de reproduire le coup de l'autre joueur. Par exemple, si votre partenaire fait cavalier seul, vous répondrez au coup suivant en faisant de même. Mais si l'autre joueur reprend la coopération, vous collaborez aussi de nouveau.

La stratégie « du talion » est bienveillante : le joueur qui la suit n'est jamais le premier à faire cavalier seul. Elle est indulgente : le joueur coopère de nouveau après avoir riposté à une défection. Elle est susceptible : elle réagit promptement à la défection et à la coopération. Enfin, elle est transparente : son comportement simple et constant annonce très clairement qu'elle favorise la coopération.

Des biologistes ont constaté que des poissons, les épinoches, jouent à « donnant, donnant ». Parfois, une épinouche quitte ses congénères, s'approche d'un poisson prédateur par petits coups et retourne vers les siens. C'est ce qu'on appelle l'inspection du prédateur, un comportement qui permet de déterminer la position précise du poisson dangereux. Deux épinoches partagent les risques en avançant à tour de rôle.

Des politiciens, des stratèges, des mathématiciens, des biologistes du comportement et des psychologues ont étudié la stratégie « donnant, donnant ». Dans la vie de tous les jours, une foule de situations peut s'expliquer grâce à ce modèle. Par exemple, l'économiste Paul Romer, du Canadian Institute for Advanced Research, à Toronto, a été frappé par la façon avec laquelle les pêcheurs turcs du lac Alanya préservent les stocks de poissons. Ces derniers ont divisé le lac en plusieurs lieux de pêche qui sont successivement attribués à différents pêcheurs. Ceux qui dépassent les quotas sont rappelés à l'ordre par leurs collègues. Paul Romer a reconnu dans leur système la règle « donnant, donnant ».

Axelrod a découvert que le succès d'une stratégie dépend des autres stratégies auxquelles elle est confrontée. Par exemple, votre partenaire pourrait adopter un comportement vengeur : coopérer jusqu'à ce que vous fassiez cavalier seul, puis continuer à agir seul, même si vous recommencez à collaborer. Pour vous, la meilleure stratégie sera certainement de toujours coopérer. Par contre, si votre partenaire fait systématiquement cavalier seul — une stratégie baptisée « toujours seul » —, vous aurez intérêt à l'imiter.

Dans une société de « toujours seuls », cela ne sert à rien de coopérer. Chacun a alors avantage à se plier à la stratégie dominante en ne coopérant jamais. Résultat : le comportement « toujours seul » se perpétue en empêchant tout comportement de coopération d'apparaître. Se perpétuant au cours de l'évolution, cette stratégie devient évolutivement stable. Comment la coopération peut-elle alors faire surface ?

Un monde d'égoïstes peut repousser toute infiltration de coopérateurs, en autant qu'ils se présentent un à un. Par contre, si les coopérateurs se présentent en groupe, ils peuvent parvenir à s'imposer... du moins dans les simulations sur ordinateur. Voici comment, dans l'univers mathématique, un petit groupe de coopérateurs peut vaincre un monde de « méchants ».

Imaginons une partie où les protagonistes jouent dix fois. Dans un univers de malveillants où tout le monde est en mode « toujours seul », chacun obtiendra un gain total de dix points. Surviennent alors quelques « donnant, donnant ». Que se passe-t-il quand deux d'entre eux se rencontrent ? La coopération mutuelle s'établit dès le premier coup et, après 10 parties, chacun a accumulé 30 points. Mais dans une population où les « toujours seuls » sont largement majoritaires, les « donnant, donnant » ont peu de chance de se croiser. Axelrod a toutefois calculé qu'il suffit que 5 % des interactions aient lieu entre « donnant, donnant » pour que cela devienne la stratégie gagnante. Selon les lois de l'évolution, elle finirait par s'imposer.

Vers un univers coopératif ?

Une fois que « donnant, donnant » s'est imposée, elle ne peut être envahie par aucune autre stratégie. En effet, une stratégie bienveillante comme « donnant, donnant » ne

Publiphoto / S. Cordier

Certaines chauves-souris ont des comportements altruistes qui semblent contredire les lois de l'évolution.

fait jamais cavalier seul la première. Quand elle rencontre une autre stratégie bienveillante, toutes deux obtiennent la récompense de la coopération à chaque coup.

Supposons maintenant que se pointe un groupe adepte d'une stratégie moins généreuse. Tantôt, ces envahisseurs se croiseront entre eux; tantôt, ils se frotteront à des « donnant, donnant ». Dans les deux cas,

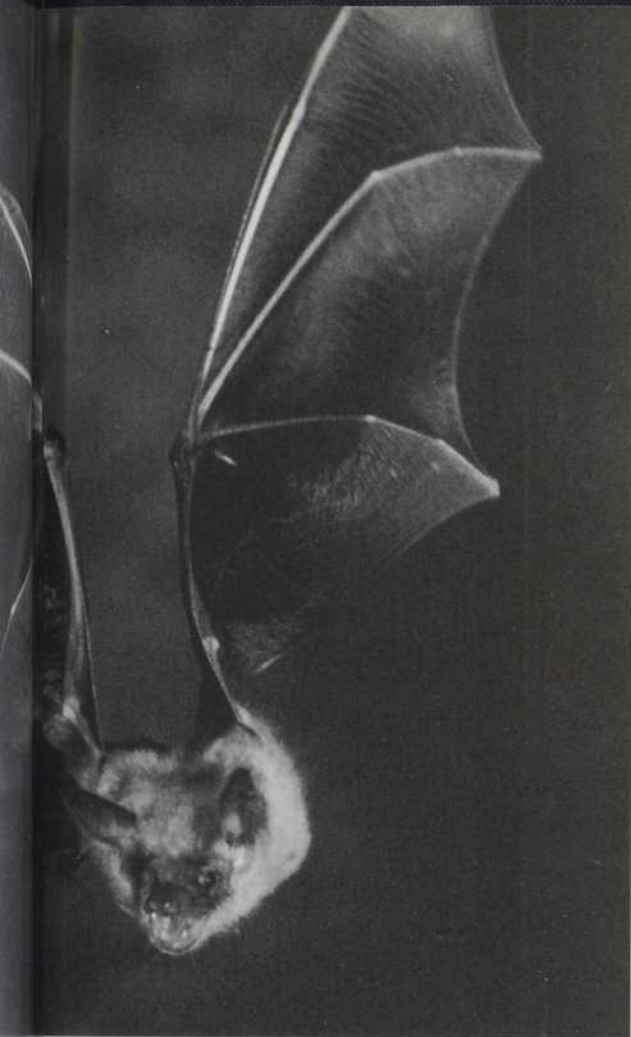
Faut-il oublier Darwin ?

« Je t'aide, tu m'aides; nous gagnons ! » Beaucoup de comportements animaux s'expliquent par la stratégie de la coopération. En fait, la coopération connaît un tel succès que plusieurs biologistes remettent carrément en question la loi du plus fort de Charles Darwin.

Mais la stratégie égoïste de la survie a encore des adeptes. Avec son collègue William Vickery, de l'Université du Québec à Montréal, le professeur FitzGerald croit que la malveillance n'a pas dit son dernier mot. « Dans certains cas, il peut être payant d'être malveillant. Par exemple, les matamores ne sont malveillants qu'avec les plus petits ou les bienveillants. » Les deux spécialistes de la malveillance ont commencé à développer des modèles afin d'identifier les conditions dans lesquelles les stratégies malveillantes permettent à la population de se maintenir.

Est-ce l'égoïsme ou l'altruisme qui permet de comprendre le mieux la façon d'agir des animaux ?

Pour la plupart des biologistes la réponse est simple : puisqu'on l'exerce dans son intérêt propre, l'altruisme est une forme d'égoïsme. Pas besoin alors de répudier Darwin !



de la stratégie « donnant, donnant ». Ah ! si « donnant, donnant » était moins susceptible et pardonnait un peu plus souvent !

Qu'à cela ne tienne : essayons d'élaborer une stratégie qui tiendrait compte des malentendus ! Tout dernièrement, Karl Sigmund, un biologiste autrichien, et son jeune collègue, le mathématicien britannique Martin Nowak, ont testé des stratégies inspirées de « donnant, donnant » en tenant compte des erreurs de communication. Ces stratégies répondaient à la coopération par la coopération, mais pardonnaient certaines défections. Certaines pardonnaient une défection sur deux, d'autres une sur trois, etc. Il était impossible, par contre, de prévoir d'avance quelle défection serait pardonnée.

Pour imiter les conditions qui règnent dans la nature, le score des protagonistes se traduisait en nombre de rejetons

pour la manche suivante. Les adeptes d'une stratégie gagnante étaient donc plus nombreux à chaque partie.

Dans cet environnement, ce fut la stratégie qui pardonnait en moyenne une défection sur trois qui domina et devint évolutivement stable. Cette nouvelle stratégie, baptisée « donnant, donnant indulgente », survivrait-elle à une invasion de « toujours seuls » ?

Le résultat fut dévastateur. Une population de « donnant, donnant indulgente » ne pouvait résister à la stratégie du « toujours seul », qui finissait par dominer.

Finalement, en désespoir de cause, Nowak et Sigmund eurent l'idée d'introduire 1 % de « donnant, donnant » (qui ne sont jamais indulgents). Au début, le même scénario trop familier se répétait : les « toujours seuls » prenaient le dessus. La petite population de « donnant, donnant » déclinait jusqu'au bord de l'extinction totale. Puis, lorsque les adeptes du « toujours seul » venaient à manquer de stratégies bienveillantes à utiliser à leur avantage, ils commençaient à périr. Les « donnant, donnant » leur résistaient et leur faisaient la vie de plus en plus dure. Après une centaine de générations, ce fut au tour des « donnant, donnant » de dominer. Mais encore quelques centaines de générations

plus loin, surprise, elles laissaient la place aux « donnant, donnant indulgentes ». La stratégie gagnante finale n'était pas « donnant, donnant », mais « donnant, donnant indulgente ». En fait, « donnant, donnant » agissait comme une sorte de police qui réduit les dégâts des stratégies malveillantes avant de céder la place à une stratégie plus indulgente.

Les travaux de Nowak et Sigmund ont relancé l'intérêt pour l'étude de la coopération. « C'est un des domaines de la biologie les plus en vogue », affirme Gerard FitzGerald, professeur de biologie à l'Université Laval. Mais il reste bien des questions à résoudre. Par exemple, la stratégie « donnant, donnant » n'apparaît que dans les situations où les partenaires sont confinés dans un même lieu, ce qui augmente la fréquence des interactions. Les comportements mutualistes de nettoyage, par exemple, où un petit poisson mange les parasites d'un plus gros, s'observent surtout sur des récifs où les poissons occupent des territoires fixes. On ne connaît aucun cas de mutualisme semblable chez les poissons très mobiles de haute mer.

La stratégie de la coopération a le vent dans les voiles. Grâce à elle, la conception darwiniste de l'évolution est en train de s'élargir. « Les diverses formes de vie se sont multipliées et complexifiées en s'unifiant et non en s'éliminant les unes les autres », écrit la biologiste américaine Lynn Margulis.

Mais le dilemme de la coopération dépasse les limites de la biologie. On peut, grâce à lui, expliquer pourquoi les individus acceptent d'attendre en ligne aux arrêts d'autobus. Ou comprendre les motivations des téléspectateurs qui contribuent au financement de la télévision publique américaine PBS, alors qu'ils pourraient en regarder les émissions gratuitement !

Instinctivement, les individus font appel à la coopération dans toutes les situations où la satisfaction rationnelle de leur désir résulterait en une catastrophe collective : une bagarre générale à l'arrêt d'autobus, la disparition de PBS... Au fond, Darwin avait raison : sous des apparences de générosité, les individus restent profondément égoïstes ! ●

Pour en savoir plus

Donnant Donnant : théorie du comportement coopératif, par Robert Axelrod, Éditions Odile Jacob, 1992

Une approche mathématique de la biologie, par Jean Ferron, Gaétan Morin Éditeur, 1987

leur score sera moins élevé que celui des adeptes de « donnant, donnant ». Donc, les règles bienveillantes peuvent se protéger des règles malveillantes, ce qui n'est pas le cas des règles malveillantes qui s'affaiblissent en s'exploitant mutuellement.

« Donnant, donnant » a donc la capacité de transformer le monde en un univers coopératif ! Si l'on croit Robert Axelrod, la victoire de la coopération serait donc inévitable... et irréversible. Mais c'est vraiment trop beau pour être vrai. Dans le monde réel, des malentendus se produisent parfois.

Une erreur de communication entre deux « donnant, donnant » peut faire paraître la coopération du premier comme une défection pour le deuxième. Au coup suivant, le premier continue à coopérer, mais le second riposte à la défection qu'il a cru percevoir. Voilà qui provoque une authentique défection du premier. S'engage alors une alternance sans fin de coopération et de défection, bien moins rentable que les situations où la communication est idéale.

Survient alors une autre erreur d'interprétation : une coopération passe encore une fois pour une défection. Les deux partenaires se bloquent alors en mode défection. La stratégie « donnant, donnant » s'est subitement transformée en « toujours seul ».

Ces malentendus sont le talon d'Achille



- Juin 1993**
Le Guide des vacances
Hibernia
Les vélos high tech
Henri Atlan
- Mai 1993**
Dossier déchets
Réseau informatique Internet
Le diagnostic de la mort
- Avril 1993**
Libre-échange et technologie
Parcs technologiques
Les robots
- Mars 1993**
Dossier énergie
La vie secrète du Biodôme
Les modèles économiques
- Février 1993**
Dossier télé, radio, vidéo
Le prix d'une marée noire
Chirurgie pour nos routes
- Décembre-janvier 1993**
Effet de serre
Sida: le vaccin québécois
Les étoiles mortes
- Novembre 1992**
(30^e anniversaire)
30 experts imaginent l'avenir
Médecine génétique
La morue moribonde ?
- Octobre 1992**
Dossier biotechnologies
Implants mammaires
- Septembre 1992**
Le marché de la naissance
artificielle
Les voitures électriques
Télescopes, cloches
- Juillet-août 1992**
Dossier Biodôme
Dossier découvrir l'univers
Les jumeaux, le magnésium
- Juin 1992**
Spécial environnement
Dossier Biodôme
- Mai 1992**
Spécial innovation
Les nouveaux gourous de
l'économie
Les 25 ans de l'IRCM
- Mars 1992**
Objectif Mars
Michel Serres
Les trains ultrarapides
Les animaux malades de nos gènes

Il vous manque un Québec Science? Le voici

Complétez votre collection.
Retrouvez le dossier ou l'article qui vous intéresse.

Plusieurs numéros de Québec Science sont encore disponibles. Certains sont en nombre très limité. Commandes honorées jusqu'à épuisement.

Commandez dès maintenant.

- Février 1992**
La fusion nucléaire
Les insectes sociaux
- Décembre-janvier 1992**
Dossier Santé mentale
La saga des découvreurs
Le fleuve en images
- Novembre 1991**
Spécial francophonie
- Octobre 1991**
Les premiers habitants du Québec
Radarsat
Grande Baleine
- Septembre 1991**
Mâle ou femelle
L'arthrite
Les cavernes du Mexique
- Été 1991**
Féerie sous le Saint-Laurent
Les plantes médicinales
Les microclimats
- Mai 1991**
Spécial environnement
- Avril 1991**
L'océanographie
Jean-René Roy, astrophysicien
La mathématique du chaos
- Mars 1991**
Danger au labo
L'agriculture durable
Le chaos ordonné
- Février 1991**
Les régimes amaigrissants
Rire pour guérir
L'archéologie américaine
- Décembre 1990**
Les vêtements high tech
La transfusion sanguine
Le téléphone de poche
- Octobre 1990**
La médecine sportive
Les écoles Fernand-Seguin
Le parc marin du Saguenay
- Septembre 1990**
Les médias du futur
L'avenir des sciences humaines
L'acupuncture
- Été 1990**
Les animaux de laboratoire
Les Galapagos
Science et handicaps physiques

- Mai 1989**
Spécial environnement
 - Avril 1989**
Forillon, Mingan, Mauricie
Les Grands Lacs
L'exploitation minière
 - Mars 1989**
Les boîtes noires des avions
La nouvelle dentisterie
Brenda Milner: la mémoire
 - Février 1989**
Pollution domestique
L'équipe spatiale du Canada
 - Janvier 1989**
Le réseau hydro-québécois
En finir avec les BPC
La masse cachée de l'univers
 - Novembre 1988**
La sclérose en plaques
Satellite ou fibre optique?
Les roches lunaires
 - Septembre 1988**
Course auto et technologie
La navette soviétique
La microchirurgie
 - Juillet-août 1988**
Le bronzage
Les entreprises et l'environnement
Imax et Omnimax
 - Juin 1988**
Les ponts du Québec
La santé mentale
Les feux d'artifice
 - Février 1988**
L'imagerie médicale
Les radioamateurs
Les adolescents québécois
 - Janvier 1988**
La vie extraterrestre
L'ozone
Le mal de tête
- Également disponibles :**
(Encerclez)
- 1988 :** mars, avril, mai, octobre, décembre
 - 1989 :** septembre, octobre
 - 1990 :** février, novembre
 - 1991 :** janvier
 - 1992 :** avril



Cochez les numéros désirés, remplissez le coupon et retournez cette page avec votre paiement à:
Québec Science, CP 250, Sillery, Qc G1T 2R1

Je commande _____ numéros à 4,35 \$ Total: _____
(poste, manutention et taxes incluses) TPS : 0,26\$ TVQ : 0,32\$

Nom _____

Adresse _____ no. _____ rue _____ app. _____
ville _____ province _____
Code postal _____ téléphone _____

Je paye par chèque Visa MasterCard
(à l'ordre de Québec Science)

No de carte _____ Date d'expiration _____ / _____

Signature _____

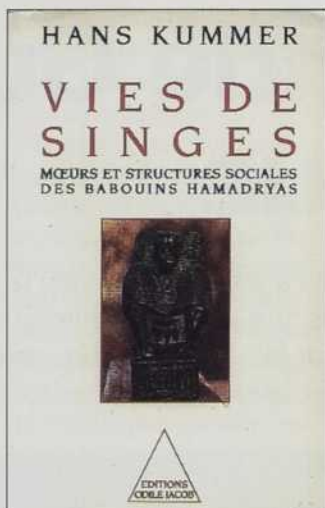
Offre valide au Canada, jusqu'au 31 décembre 1993, selon la disponibilité. Étranger: tarifs sur demande.
TPS: R 1335 97427 TVQ: 1013609086

Tranches de savoir

par **Clermont Gauthier**

Les éditions Logiques,
Montréal, 1993, 180 pages,
24,95 \$

Qui a eu l'idée folle un jour d'inventer l'école ? Comme le dit la chanson, Charlemagne y est pour quelque chose. Dans *Tranches de savoir*, Clermont Gauthier répond en profondeur à cette question. Avant l'invention de l'école, on parlait d'enseignement, celui de l'artisan à l'apprenti ou celui des sophistes, ces premiers enseignants professionnels de l'Antiquité. L'Académie de Platon, le Lycée d'Aristote ou le Jardin d'Épicure étaient des centres de savoir où les disciples se regroupaient autour d'un maître. Il faudra attendre le Moyen-Âge pour parler d'école comme on l'entend aujourd'hui, un endroit où plusieurs maîtres se regroupent dans le but de diffuser des connaissances. La pédagogie viendra plus tard, avec des penseurs des 15^e et 16^e siècles comme Rabelais, Érasme ou Montaigne. L'auteur enchaîne ensuite avec une réflexion sur la pédagogie d'aujourd'hui, éclairée par une perspective historique passionnante. Il identifie le pédagogue à la déesse Mètis qui, par sa ruse, aida Zeus à vaincre les Titans. Lire : pour faire passer la matière sans que les élèves aient l'impression d'apprendre, le professeur doit être rusé. Et comme la ruse ne se laisse pas codifier, une grammaire de la pédagogie devient impossible. Avis à tous : oubliez les traités sur l'art d'enseigner tout à tous ! Les livres de pédagogie ne sont peut-être pas très attirants au départ pour les non-spécialistes, mais celui-ci vaut à peine qu'on s'y arrête.



Vies de singes

par **Hans Kummer**

Éditions Odile Jacob, Paris,
1993, 428 pages, 57,95 \$

Les babouins hamadryas vivent en hordes nomades en Éthiopie et en Arabie Saoudite. L'auteur, qui a passé une bonne partie de sa vie à les observer, dépeint leurs mœurs et structures sociales : des mâles plus âgés qui saluent leurs cadets d'autant plus fréquemment qu'ils craignent de se faire voler leurs femelles, des rituels de combats dont les gestes se déroulent dans un ordre immuable, des unions pré-nuptiales où le mâle « maternel » la jeune femelle jusqu'à ce qu'elle soit en âge de procréer, des femelles qui consacrent un cinquième de leur temps de repos aux séances de soins avec leurs mâles... Le récit va au-delà de la science naturelle : l'auteur raconte comment il a appris à traverser une rivière en voiture sans caler le moteur ou comment dénicher une pièce mécanique dans les labyrinthes des marchés locaux. Professeur d'éthologie à l'Université de Zurich, habitué au jargon scientifique, Hans Kummer a voulu être « aimable envers le lecteur » : il s'est fait un point d'honneur de s'exprimer dans un langage usuel, accessible à tous. *Vies de singes* se lit comme un roman riche d'aventures passionnantes.

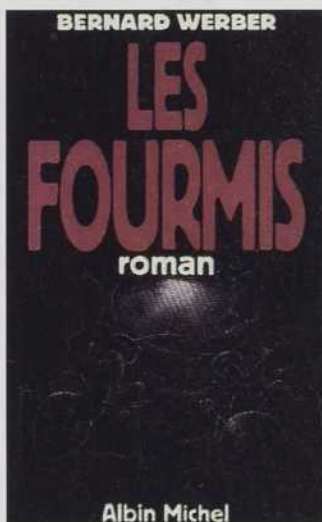
Les fourmis

par **Bernard Werber**

Albin Michel, Paris, 1991,
352 pages

Lors de sa parution, il y a deux ans, ce livre avait séduit la critique. Si vous l'avez raté, il n'est pas trop tard pour vous plonger dans ce roman étonnant.

Jonathan, sa femme Lucie, leur fils Nicolas et le chien Ouarzazate emménagent dans l'appartement de l'oncle Edmond, dont ils viennent d'hériter. Heureux de l'aubaine, ils reçoivent cependant l'avertissement de ne jamais descen-



dre à la cave. L'oncle Edmond était un savant en biologie. Spécialiste des fourmis, il avait raison de les craindre : le jour des fourmis était proche et il le savait. Depuis des millénaires, elles se reproduisent à un rythme stupéfiant : en l'espace de quelques secondes, pendant que 40 humains naissent, les fourmis, elles, sont 700 millions de plus. Fortes de cette armée considérable, elles s'organisent en une société guerrière et meurtrière. Pendant que Nicolas se demande si les humains représentent la seule forme de vie intelligente sur terre, les fourmis s'emploient à lui prouver le contraire. Les vrais maîtres de la terre, ce sont elles. Ce ro-

man de science-fiction, instructif et agréable à lire, est l'œuvre d'un journaliste scientifique qui se passionne pour le monde des fourmis depuis une quinzaine d'années.

Éthique de la mort et droit à la mort

par **Jean-Louis Baudoin et Danielle Blondeau**

Presses universitaires de France, Paris, 1993,
128 pages, 21,95 \$

L'Homo fabricans a supplanté *L'Homo sapiens*. « La production artificielle, économique surtout, devient la mesure de la réussite humaine », expliquent les auteurs. Mais lorsque *L'Homo fabricans* doit transiger avec la mort, le désespoir n'est pas loin... Malheureusement, les sciences et les techniques n'apportent pas de réponses à l'angoisse de l'humain devant ce phénomène naturel. Les auteurs, un juge et une professeure de bioéthique, remettent en question l'utilisation de la science et de la médecine, qui prolongent souvent les souffrances, ainsi que l'image négative de la mort qu'elles véhiculent. Selon eux, l'euthanasie, qui risque de devenir pratique courante, n'est pas nécessaire. Pour éviter son emploi systématique, il faudra « réintégrer la mort dans la vie » et lui « redonner un sens dans la finalité de l'humain ». Pour y arriver, on doit reconnaître le droit de la personne malade à la vérité, respecter ses décisions de manière inconditionnelle et encourager le développement accéléré des soins palliatifs en institution comme à domicile. Le sujet du livre peut rebuter et la lecture en est même parfois aride, mais les interrogations des auteurs sont pertinentes. ●

Danielle Ouellet

par Danielle Ouellet

La Grande Guerre chimique

La Première Guerre mondiale a aussi été appelée la première « guerre scientifique ». Alors que les armes chimiques avaient des effets particulièrement horribles sur les victimes, l'industrie chimique et l'enseignement de la chimie connaissaient un essor impressionnant.

L'idée de réduire l'ennemi à l'impuissance par l'emploi d'agents incapacitants n'est pas nouvelle. Déjà 2000 ans avant le Christ, des guerres en Inde étaient menées à l'aide d'écrans de fumée, de matières inflammables ou de vapeurs toxiques causant bâillements et sommeil. Pendant la guerre du Péloponèse, en 429 avant J.-C., les Spartes saturaient du bois avec du sulfure et d'autres substances. Ils le plaçaient sous les murs de la ville avant d'y mettre le feu. Les vapeurs qui s'en dégagèrent provoquaient de l'asphyxie et des empoisonnements. Au Moyen-Âge, un alchimiste aurait sauvé Belgrade d'une attaque turque en préparant une substance toxique : il suffisait d'y tremper des bandes de tissu et de les brûler pour créer un nuage toxique.

Plus près de nous, en 1855, un officier anglais proposait d'utiliser du sulfure contre les Russes pendant la guerre de Crimée. Après de longs débats, le gouvernement anglais conclut qu'aucun combattant d'honneur ne pourrait s'y résoudre. Pendant la guerre civile américaine, la suggestion de répandre des gaz de chlore n'a pas été retenue. Mais l'idée a fait son chemin et au cours de la guerre des Boers, à la fin du 19^e siècle, l'armée anglaise lançait des obus qui explosaient en libérant de l'acide picrique, un produit toxique qui fait vomir. Toutes ces expériences restaient toutefois assez rudimentaires.



Un argument pour financer la recherche en chimie : les horreurs de la guerre chimique.

La crainte de voir apparaître des armes chimiques plus sophistiquées a cependant été suffisamment importante pour susciter des accords internationaux. Lors de conférences de paix tenues à La Haye en 1899 et en 1907, 26 nations, à l'exception des États-Unis, ratifiaient une résolution prohibant l'utilisation de projectiles visant à libérer des gaz asphyxiants ou débilissants. Malgré cet accord, les armes chimiques ont causé des blessures à plus d'un million de personnes pendant la Première Guerre mondiale. Cent mille d'entre elles en sont mortes. Il semble que le mot « projectile » inscrit dans l'entente ait laissé place à l'emploi d'autres types de diffu-

seurs de gaz. De 1915 à 1918, les Allemands introduisirent différents poisons sous forme de gaz qui furent copiés au fur et à mesure par les Alliés. À la fin de la guerre, environ 110 000 tonnes de gaz avaient été libérées par les belligérants.

Dès 1914, des gaz lacrymogènes avaient déjà été lancés aussi bien par les Français que par les Allemands. Mais comme ils n'étaient pas mortels, on n'a pas cru bon de munir les soldats de masques. En janvier 1915, une opération allemande menée contre les Russes, au cours de laquelle du chlore fut libéré, n'eut pas l'effet escompté.

Le véritable tournant de l'histoire des gaz chimiques s'est produit tout près de Ypres en Flandres, le 22 avril 1915. Avec la fin de l'hiver, les fantassins allemands basés en Belgi-

que avaient vu arriver, sans savoir de quoi il s'agissait, « des centaines de caissons sur roues venus livrer des cylindres bizarres frappés de la marque des usines IG Farben (à l'origine de l'aspirine, des sulfamides, de l'Atabrine pour le paludisme, de l'héroïne pour le traitement des morphinomanes et de la méthadone pour le traitement des héroïnomanes) ».

Une attaque au gaz était prévue. Malgré les révélations faites aux Français par un prisonnier allemand, personne ne prit l'information au sérieux. Le jour J arriva. Vers quatre heures de l'après-midi, « un étrange nuage vert de la mort » se dirigea vers les opposants cloués sur place par la surprise et la crainte. Un témoin se rappelle : « J'avais l'impression de porter des lunettes vertes. Ma gorge me brûlait et je ressentis des

douleurs thoraciques qui m'empêchèrent presque de respirer. Je crachais du sang. J'avais une sensation de vertige. Nous croyions tous être perdus. » Les gaz de chlore blessèrent alors 7000 soldats terrifiés. Trois cent cinquante en moururent.

À Ypres, l'art de la guerre venait de subir un profond bouleversement. Le responsable se nommait Fritz Haber. Il dirigeait le département de chimie physique et d'électrochimie de l'Institut Kaiser-Wilhelm à Berlin. C'est lui qui supervisa la transformation éventuelle des usines d'engrais de la IG Farben en usines de poudre à canon. C'est alors que son influence devint suffisamment grande pour convaincre les officiers allemands qui s'opposaient encore à l'utilisation des gaz chimiques.

Si l'arme était au point, les moyens de défense, eux, étaient pratiquement inexistantes. Les soldats allemands étaient munis de masques primitifs peu efficaces lorsqu'il s'agissait de pénétrer en zone ennemie contaminée. Ce sont les Anglais qui allaient développer les premiers vrais masques à gaz. Dès le lendemain de l'attaque d'Ypres, les services de santé anglais faisaient parvenir aux soldats une solution de bicarbonate de soude : en cas d'attaque au gaz, ils devaient y remper leur mouchoir et s'en recouvrir le nez et la bouche. En attendant mieux, des milliers de femmes anglaises se mirent à fabriquer des imitations plus ou moins réussies d'un masque à gaz allemand récupéré en cours de combat.

Le premier véritable masque anglais, appelé le voile noir, allait donner le ton aux modèles suivants. Le 1^{er} mai, les nuages verts de Fritz Haber n'eurent aucun effet sur les combattants. À l'automne de la même année, les Anglais avaient mis au point un masque qui allait rester en usage pendant une trentaine d'années, « un masque à face de

rat relié par un tuyau à une boîte remplie de produits absorbants et portée par les soldats dans un sac à dos ».

Le développement de masques à gaz a été une des conséquences industrielles importantes de la guerre chimique. Une revue scientifique française de 1920 en décrit les bénéfices : « Lorsque, le 23 avril 1915, pour nous obliger à reculer, nos ennemis n'avaient pas craint de se déshonorer plus encore en en-



De nouveaux masques à gaz ont rendu peu efficaces les attaques à l'arme chimique.

voyant sur nos lignes des vagues du gaz terrible qu'est le chlore, ils n'avaient peut-être pas soupçonné que les masques, faits ensuite par dizaines de millions, pénétreraient un jour dans les industries insalubres pour y faciliter bien des travaux pénibles et y sauvegarder de nombreuses existences. »

On entrevoyait alors l'utilité des masques à gaz dans les industries du blanchiment où les gens travaillaient avec le chlore, le chlorure de chaux, les hy-

pochlorites de soude ou de potasse. Les premiers masques étaient munis de « gazes-tamppons » interposées entre l'appareil respiratoire et l'atmosphère toxique. Ces tissus étaient enduits de produits permettant de neutraliser telle ou telle substance chimique. Un problème se posait rapidement, celui de l'augmentation rapide des différents agents chimiques : il fallait à chaque fois ajouter un nouveau produit neutralisant.

On a donc développé un nouveau système. Il s'agissait d'une cartouche comprenant des charbons traités pour assurer une rétention maximale de tous les gaz chimiques. Une fois le charbon saturé, il suffisait de remplacer le filtre.

L'industrie a aussi bénéficié de la guerre chimique d'une autre manière : on s'est en effet souvent appuyé, même au Québec, sur ses dangers potentiels et sur la nécessité d'être en mesure de réagir pour justifier la formation de chimistes. En 1917, à l'École polytechnique de l'Université de Montréal, le professeur de chimie indus-

trielle Louis Bourgoïn se réclamait des horreurs de la guerre en cours pour justifier l'enseignement de la chimie. Les armes chimiques avaient en effet connu une escalade effrayante après l'attaque d'Ypres : aux attaques au chlore avaient succédé des offensives au phosgène, à la chloropicrine et au très redoutable gaz moutarde.

Même son de cloche, quelques années plus tard, à l'Université Laval. Dès son arrivée à Québec en 1921, le premier directeur de l'École supérieure de chimie, le Suisse Paul Cardinaux, s'est employé à convaincre la population de la ville de l'importance de former des chimistes. Il n'hésite pas à rappeler la Grande Guerre, et l'emploi des gaz lui fournit un argument de plus.

La Première Guerre mondiale a peut-être été la première occasion où les armes chimiques ont fait des ravages massifs, mais elle n'a pas été la dernière. Les chambres à gaz de Hitler sont difficiles à oublier. On pense par ailleurs aux milliers de Chinois tués ou blessés par des expériences japonaises de gaz moutarde pendant la Seconde Guerre mondiale, ou au fameux « agent orange », un défoliant particulièrement toxique utilisé au Vietnam qui causait de graves ennuis de santé aux populations.

D'autres plans ont aussi été élaborés. Un professeur d'histoire de l'Université de Stanford, Barton J. Berustein, révélait en 1985 que les Américains avaient pensé tuer un ennemi potentiel avec de la nourriture radioactive contaminée avec du strontium 90, un isotope radioactif. Enrico Fermi, le découvreur de la réaction en chaîne qui a conduit à la fabrication de la bombe atomique et Prix Nobel en 1938, aurait été à l'origine du projet. ●

Danielle Ouellet est docteure en histoire des sciences.

par Raynald Pepin

Le temps des cristaux

De microscopiques cristaux ont remplacé le pendule de bronze de l'horloge de grand-maman. Anatomie d'une montre à affichage numérique.

Jacques Cartier croyait avoir trouvé des diamants lors de son troisième voyage en Nouvelle-France en 1541. De retour en France, il a eu l'air niais : ses diamants étaient en fait du quartz.

Si le beau Jacques avait su que tout le monde porterait du quartz au poignet 450 ans plus tard, peut-être se serait-il consolé. Aujourd'hui, la montre au quartz a détrôné la montre mécanique. Vive le progrès : plus besoin de la remonter tous les matins ! Par contre, il faut remplacer la pile à intervalles de quelques années... à moins de faire comme moi et de perdre sa montre avant l'épuisement des piles.

Le quartz, de l'oxyde de silicium (SiO_2), se retrouve sous forme de cristaux brillants dans de nombreuses roches. Que fait-il dans une montre ?

Il vibre. Dans une montre, le quartz constitue l'élément essentiel de l'oscillateur, c'est-à-dire du dispositif qui transforme le courant continu fourni par la pile en courant alternatif. Pour rythmer et mesurer le temps, il faut en effet un phénomène périodique.

Le quartz vibre parce qu'il est piézoélectrique. Un matériau piézoélectrique est constitué de molécules où se trouvent des pôles positifs et négatifs. Lorsque soumises à un champ électrique, ces molécules se déforment. Pour la petite histoire, mentionnons que c'est Pierre Curie qui a découvert la piézoélectricité, à l'âge de 21 ans, avant qu'il devienne le mari de Marie.



Soumis à des fluctuations de tension par deux électrodes, le cristal se met à vibrer à sa fréquence de résonance naturelle, un peu comme le fait une corde de guitare après avoir été pincée. En vibrant, le cristal génère un signal électrique alternatif.

La fréquence de résonance du quartz dépend de ses dimensions. Pour les montres ordinaires, les cristaux sont taillés de façon à ce que leur fréquence de vibration soit la plus proche possible de 32 768 hertz, soit 32 768 cycles par seconde. « Un diviseur de fréquence intégré dans une puce effectue alors 15 divisions par deux ($32\,768 = 2^{15}$) et ramène la fréquence à un cycle par seconde », explique Georges-Émile April, professeur au département de génie électrique de l'École polytechnique.

Généralement, on utilise des cristaux longs de quelques millimètres et épais... d'un dixième de millimètre ! On pourrait obtenir des fréquences plus basses (moins de vibrations à chaque seconde) avec des cristaux plus gros, mais ceci n'est pas compatible avec la miniaturisation exigée pour une montre.

La température affecte les dimensions du cristal et donc la fréquence de résonance : une variation de 10°C peut faire retarder la montre de quelques dixièmes de seconde par jour. Grâce à diverses méthodes qui améliorent la stabilité de la fréquence, les montres au quartz de qualité ne dérivent au plus que d'une dizaine de secondes par année !

L'énergie nécessaire au fonctionnement du circuit et de l'affichage provient de piles plates

miniatures, au lithium ou à l'oxyde d'argent. Une montre simple à deux aiguilles consomme un courant inférieur à un microampère sous une tension de 1,5 volt : la puissance requise est inférieure à un microwatt, ce qui correspond à une ampoule un million de fois moins brillante qu'un phare de bicyclette ! À ce rythme, une pile peut durer de 5 à 8 ans. À condition de ne pas trop consulter sa montre durant la nuit : la petite lumière consomme une dizaine de milliwatts. Maintenu en fonction, elle épuiserait la pile en quelques heures !

Ils sont mous ces cristaux

Outre le cristal de quartz, la plupart des montres comportent maintenant un autre type de cristaux : les cristaux liqui-

des. Une belle invention, ces affichages à cristaux liquides ! Comme on peut difficilement lire l'heure directement sur la montre de sa voisine (ou de son voisin), on peut en profiter pour entamer la conversation !

Qualifier un cristal de liquide peut sembler contradictoire. Dans un cristal solide, les atomes ou molécules occupent dans l'espace des positions bien définies, avec des orientations précises. Dans un liquide, au contraire, les molécules bougent, tournent dans tous les sens.

Un cristal liquide retient de ses deux « parents ». Les cristaux liquides les plus simples, appelés nématiques, sont formés de molécules organiques oblongues (plus longues que larges). Les forces que ces molécules exercent les unes sur les autres les obligent à s'orienter plus ou moins dans la même direction (c'est l'aspect cristallin). Ces molécules peuvent cependant se déplacer librement comme dans les liquides ordinaires.

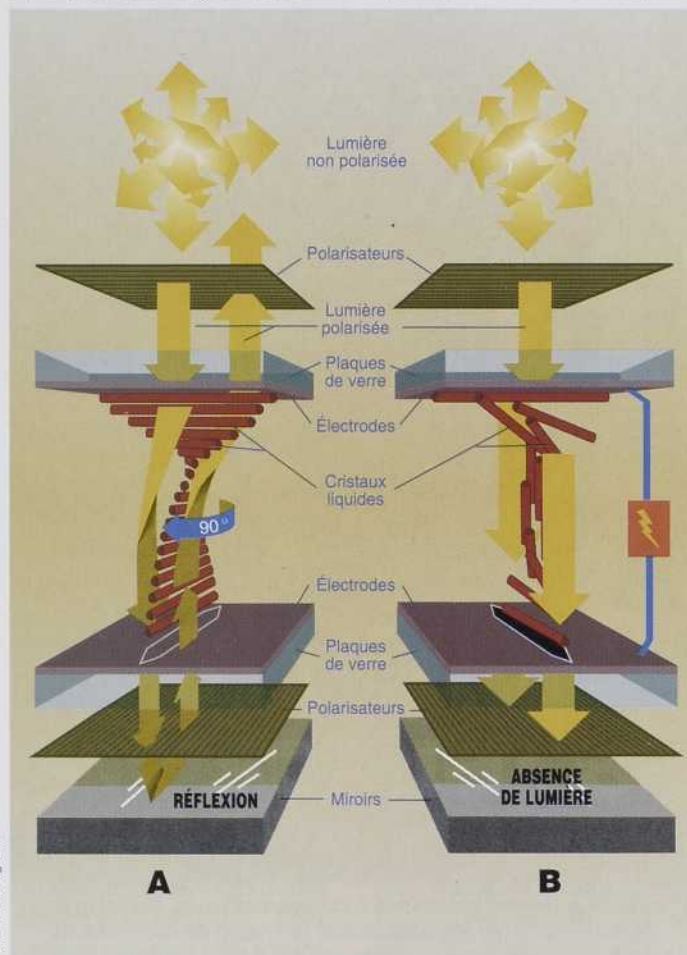
Des milliers de composés organiques existent sous forme de cristaux liquides dans une certaine gamme de température. D'ailleurs, la nature a inventé les cristaux liquides bien avant nous ! Les membranes cellulaires, par exemple, sont formées de phospholipides qu'on peut considérer comme étant des cristaux liquides : les molécules conservent leur orientation, mais peuvent se déplacer latéralement. L'ADN lui-même, en solution concentrée, est un cristal liquide.

À cause de l'orientation préférentielle des molécules, les cristaux liquides modifient la polarisation de la lumière. La lumière ordinaire, non polarisée, est constituée d'ondes électromagnétiques dont le champ électrique oscille dans toutes les directions. Dans une onde lumineuse polarisée, comme celle transmise par des

verres polarisants, l'oscillation du champ électrique se fait dans une seule direction.

Quand un faisceau de lumière polarisée passe à travers un cristal liquide, la direction de polarisation change graduellement. Les affichages numériques à cristaux liquides exploitent cette propriété. Ces dispositifs (voir schéma) sont cons-

tités d'une couche de cristaux liquides d'environ 10 micromètres d'épaisseur, prise en sandwich entre deux plaques de verre. À l'extérieur de chaque plaque de verre est collé un polariseur, c'est-à-dire un filtre qui ne laisse passer que la lumière dont la polarisation est parallèle à son axe.



À gauche, la lumière peut se rendre jusqu'au miroir et revenir. La montre n'affiche rien. À droite, une tension électrique modifie l'angle des cristaux liquides. La lumière ne peut plus traverser le deuxième filtre. La montre affiche un chiffre en noir.

tités d'une couche de cristaux liquides d'environ 10 micromètres d'épaisseur, prise en sandwich entre deux plaques de verre. À l'extérieur de chaque plaque de verre est collé un polariseur, c'est-à-dire un filtre qui ne laisse passer que la lumière dont la polarisation est parallèle à son axe.

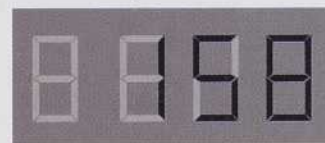
L'intérieur de chaque plaque est recouvert d'une mince cou-

che de polymère « broyée » de façon à orienter les molécules de cristaux liquides voisins dans le sens de l'axe du polariseur adjacent. Comme il est placé à 90° du premier, les molécules entre les plaques prennent les orientations intermédiaires, formant un genre d'hélice. À l'intérieur des plaques, des électrodes conductrices

transparentes en forme de bâtonnets sont disposées de façon à reproduire les chiffres de la montre. La lumière arrivant d'en haut émerge du premier polariseur en étant polarisée. En traversant la couche de cristaux liquides, la direction de polarisation tourne de 90 degrés. La lumière traverse ainsi le second polariseur sans problème. Un miroir

placé après le second polariseur réfléchit la lumière, qui traverse de nouveau les cristaux liquides et revient vers l'observateur. Dans ce cas, aucune des électrodes n'était activée : les chiffres n'apparaissent pas.

Pour indiquer un chiffre, certains « bâtonnets » sont soumis à une tension électrique de quelques volts. Vis-à-vis les électrodes activées, les molécules de cristaux liquides s'alignent dans le champ électrique, un peu comme des billots de bois dans le courant d'une rivière. Placées de cette façon, les molécules ne modifient plus la polarisation de la lumière. Cette dernière ne franchira donc pas le deuxième polariseur. La lumière n'atteint pas le miroir; elle ne sera donc pas réfléchie vis-à-vis les « bâtonnets » activés et ces derniers apparaîtront en noir. On verra donc un « 8 » si toutes les électrodes sont activées, un « 1 » si c'est le cas de seulement deux d'entre elles, etc.



Ils existent d'autres types de cristaux liquides, qui présentent diverses applications. Certains cristaux liquides, à cause de leur structure en couches, réfléchissent fortement une longueur d'onde par interférence constructive. L'espacement des couches change avec la température; la longueur d'onde réfléchie également. On a donc utilisé ces cristaux liquides pour fabriquer des thermomètres, des œuvres d'art... et des vêtements de luxe dont la couleur change avec la température du corps ! On inclut même des cristaux liquides dans certains cosmétiques; la couleur réfléchie par la couche de cristal liquide change suivant l'angle selon lequel on regarde ! Adorable. ●

par Christian Roy

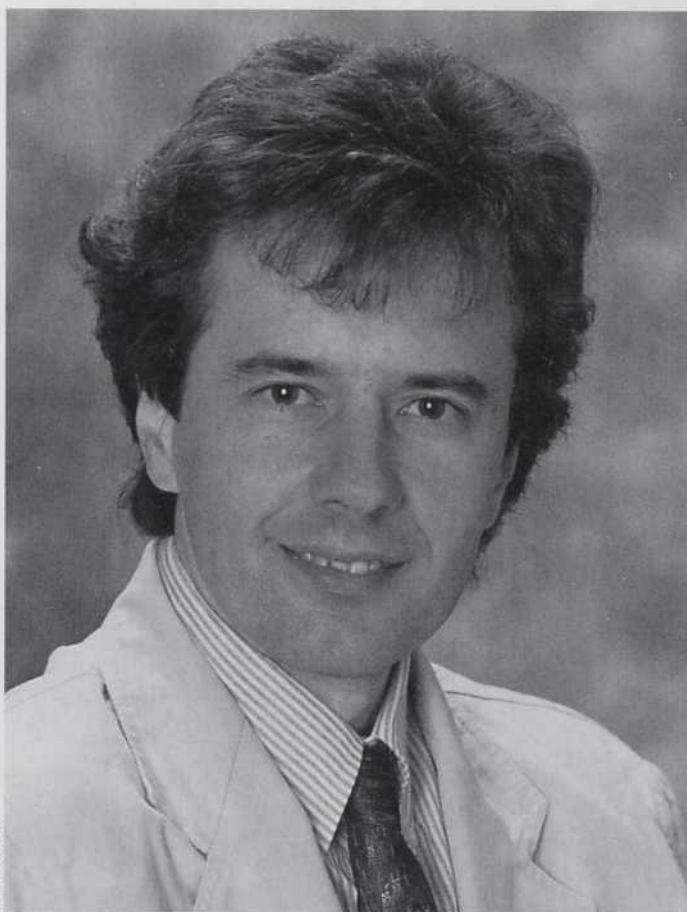
L'argent, l'impôt et la recherche universitaire

Les professeurs doivent-ils fonder leur propre entreprise privée à l'intérieur des murs de l'université ?

Le vent de libéralisme qui souffle sur l'Occident depuis plusieurs années déjà a considérablement modifié les règles du jeu pour le financement de la recherche universitaire. La compréhension de ces nouvelles règles est vitale pour les équipes de recherche universitaires. En effet, une bonne maîtrise des mécanismes sous-jacents du nouvel ordre de financement de la recherche pourra permettre à certaines équipes d'atteindre des sommets inégalés; au contraire, une méconnaissance des implications des nouveaux modes de financement entraînera d'autres équipes vers une perte d'autonomie de plus en plus grande, sinon une disparition totale.

De nombreux chercheurs universitaires se souviendront de la faste période de la fin des années 70 et du début des années 80 : il était alors possible de « monter » une équipe de recherche et de l'équiper grâce à de généreux contrats de recherche provenant des agences et ministères fédéraux et provinciaux.

Le premier coup de semonce est venu au début des années 80. Voyant le volume des activités de recherche peser de plus en plus lourd sur les finances de l'université, des administrateurs universitaires ont décidé d'imposer des « frais indirects » sur toute transaction de type contractuelle, qu'elle soit d'origine gouvernementale ou privée. Dorénavant, l'industrie ou le gouvernement qui paie une équipe universitaire pour effectuer certaines recherches doit



Renée Méthot

Professeur de génie chimique à l'Université Laval, Christian Roy travaille sur la pyrolyse sous vide. Le champ de recherche de son équipe s'étend des études fondamentales en laboratoire jusqu'au design de procédés industriels. Il est président du Comité permanent sur l'environnement de l'Ordre des ingénieurs du Québec. Il a reçu le prix Albright and Wilson Americas de la Société canadienne de génie chimique, et le Prix de distinction pour réalisation exceptionnelle par un jeune ingénieur du Conseil canadien des ingénieurs. Il préside deux firmes privées dont il est le propriétaire : l'Institut Pyrovac et Pyrovac International.

verser une somme supplémentaire à l'université pour couvrir ces fameux frais indirects. Ils atteignent aujourd'hui 65 % du montant alloué pour les salaires dans le cas d'une recherche financée par le biais d'un contrat d'origine gouvernementale, et 100 % des montants alloués pour les salaires dans le

cas d'une recherche financée par l'industrie. Bien sûr, la plus grande partie des frais indirects exigés par les universités resteront dans les coffres de celles-ci et serviront le plus souvent à éponger le déficit accumulé des universités.

Le véritable coup de massue est toutefois venu au milieu des

années 80 avec la systématisation du concept du financement de la recherche à contrepartie. En termes concrets, les agences gouvernementales se sont en peu de temps toutes passées le mot pour annoncer aux universitaires que, dorénavant, il y aura beaucoup de fonds disponibles pour ceux qui conviendront les industries, qu'elles soient canadiennes ou étrangères, de partager moitié-moitié avec le gouvernement le coût de la recherche. En fait, la recette a fait une telle fortune qu'il ne reste plus aujourd'hui qu'une poignée de programmes de subvention traditionnels. La demande pour ces programmes est telle que les fonds disponibles pour l'heureux bénéficiaire sont sans commune mesure avec les besoins réels de la communauté scientifique.

Cette nouvelle donnée dans les règles du jeu du financement de la recherche universitaire a bien sûr quelques avantages, comme par exemple de forcer les universités à se tourner vers les besoins les plus pressants de la société. Mais les effets pervers de cette nouvelle philosophie sont aussi palpables : comment soutenir à l'avenir la recherche dite fondamentale, qui bien sûr intéresse moins a priori le secteur privé, dont le mandat est fréquemment de réaliser des profits à court terme ?

On pourrait discuter longtemps sur les avantages et les désavantages des nouvelles règles du jeu du financement de la recherche universitaire, mais tel n'est pas ici mon propos. Commençons plutôt par const

ter cette réalité, et trouver les moyens d'en tirer profit.

Il y a en effet un troisième élément qui a été greffé durant la même période par les gouvernements. Il s'agit des crédits d'impôt à la recherche scientifique. L'impact de ces programmes peut être formidable pour la relance de la recherche universitaire. Je ne parlerai pas ici du stimulus que représente un crédit d'impôt de 40 % pour l'industriel qui accorde un contrat de recherche universitaire. Cet aspect du programme des crédits d'impôt est bien connu des chercheurs universitaires (mais peut-être pas encore assez des industriels). Je parlerai plutôt d'une autre facette : l'entreprise qui est propriété du professeur en milieu universitaire !

Supposons un instant qu'un professeur d'université démarre sa propre entreprise avec 100 000 dollars comme mise de fonds initiale pour la masse salariale. Supposons aussi que ce démarrage d'entreprise soit assorti d'une entente appropriée avec l'université afin d'occuper les espaces de bureau et de laboratoire. L'entente prévoit aussi un partage entre l'entreprise et l'université des fruits éventuels de la commercialisation de la technologie ou de la découverte. Le personnel de recherche à l'emploi de l'entreprise est formé d'étudiants diplômés et d'un ou deux professionnels de la recherche, les mêmes personnels qui, hier encore, étaient des employés de l'université. À la fin de l'année fiscale, l'entreprise prépare ses états financiers et réclame des crédits d'impôt à la R et D. Le président de l'entreprise découvrirait alors que son entreprise a droit à un crédit d'impôt de 92 000 \$ à titre de soutien à la R et D interne. Le chèque parviendra à l'entreprise dans les 4 à 6 semaines qui suivent ! Bien sûr, rien n'empê-

chera l'entreprise d'utiliser les nouveaux fonds obtenus pour les mêmes fins et réclamer à nouveau un autre crédit d'impôt à la fin de l'année fiscale suivante !

On a dit que le Québec est un paradis fiscal pour la R et D en Amérique du Nord. C'est vrai, mais cette réalité n'est pas encore assez connue et surtout exploitée. D'aucuns pourraient ici objecter que réunir le capital nécessaire pour démarrer l'entreprise représente une difficulté majeure. La réalité est tout autre, en particulier lorsque les crédits d'impôt à la R et D représentent une créance sur laquelle l'entreprise pourra compter. De là à penser que l'université pourrait même aller jusqu'à encourager de telles initiatives parmi le corps professoral, par exemple, par des avances de fonds aux équipes les plus prometteuses, il n'y a qu'un pas.

Mais la question fondamentale est plutôt la suivante : le monde universitaire québécois est-il prêt à adopter ces nouvelles possibilités et à en tirer profit ? Les administrations universitaires sont-elles prêtes à embarquer dans la mise sur pied d'un réseau de petites entreprises qui seraient contrôlées (en totalité ou en partie) par des professeurs également employés de l'université ? Cette question opposera sans aucun doute les tenants de l'ordre traditionnel, qui verront dans cette aventure la confusion des rôles du professeur-enseignant et celui du professeur-président de son entreprise, et les défenseurs de la nouvelle approche, c'est-à-dire une collaboration plus étroite avec l'université, même si cette approche est exigeante sur le plan de la transparence et de l'équité. Les universités du Québec vont-elles risquer ce genre de mariage de raison avec l'entreprise privée au cours de la présente décennie ? ●



L'Univers est une mousse

En sondant les profondeurs du cosmos, quelques astronomes viennent de changer notre vision de l'Univers. Au-delà des amas de galaxies, notre Univers a la forme d'une mousse. Pour tout comprendre sur l'effet Doppler, le Big Bang, le Big Crunch et la structure de notre Univers, il faudra lire le prochain numéro de *Québec Science*.

Les filles et les sciences

Les sciences ne sont plus la chasse gardée des gars. Pourtant, les filles n'y accourent pas en assez grand nombre. Pourquoi ?

Les espèces menacées du Québec

Le Québec est comme le Brésil : beaucoup de ses espèces animales et végétales sont menacées. Et les solutions que nous apportons ne sont pas meilleures.

LE CQVB : UN SOLIDE POINT D'APPUI !

Le CQVB constitue un solide point d'appui pour les industriels, les scientifiques et les intervenants gouvernementaux intéressés par la valorisation de la biomasse et prêts à unir leurs forces en vue d'accroître leurs efforts de R-D et d'innovation technologique. Il offre à ses partenaires toute une gamme de services techniques et financiers se traduisant par des efforts de mise en relation, de concertation et de création d'alliances durables conduisant au montage et à la réalisation de projets innovateurs. Il est de plus à l'origine de l'*Atlas Biomasse du Québec* et de la

**"Donnez-moi un point
d'appui
et je soulèverai
l'univers !"**

collection *Biomasse innovation*: un ensemble de *fiches* et de *cahiers techniques* offrant une somme d'informations privilégiées sur l'état de la R-D et des avenues en innovation technologique dans le domaine de la valorisation de la biomasse.

LA CONCERTATION : UN PUISSANT EFFET DE LEVIER

Ces appuis sont autant de leviers ayant pour fonction de réunir industriels et scientifiques actifs dans les secteurs de pointe privilégiés par le CQVB, soit : la biomasse forestière, la biomasse agro-alimentaire, la biomasse tourbeuse et la biomasse urbaine. Autant de secteurs où l'on cherche à innover en imitant la nature !

L'UNION DES FORCES : POUR MIEUX RELEVER LES DÉFIS DE L'AVENIR

L'effet de *synergie université-entreprise-gouvernement* recherché par le CQVB se traduit par le rassemblement de partenaires autour de MODULES (équipes associées) de recherche universitaires, de programmes industriels et de consortiums de R-D. Ces lieux privilégiés d'action concertée permettent le développement de techniques, de procédés et de produits à valeur ajoutée hautement prometteurs. Parmi eux : un paillis cartoné utile aux entreprises agricoles, horticoles et forestières, des techniques d'hydro-ensemencement, un bioréacteur doté d'un système de filtration à membranes, des procédés de gazéification de résidus, des techniques de décontamination par voie biologique des boues, des sols et des effluents contaminés, la valorisation des matières grasses du lait, la biofiltration des effluents municipaux et bien d'autres.

OFFREZ-VOUS UN UNIVERS DE DÉCOUVERTES

Industriels et scientifiques, la R-D et l'innovation technologique vous intéressent ? Faites affaire avec le CQVB ! Offrez-vous un point d'appui capable de vous aider à unir vos forces à celles de partenaires disposant d'expertises complémentaires et capable de vous permettre de soulever même l'univers le plus inaccessible !

Le Centre québécois de valorisation de la biomasse est une corporation du Gouvernement du Québec



3180, chemin Sainte-Foy, Sainte-Foy (Québec) G1X 1R4
Téléphone: (418) 657-3853 / Télécopieur: (418) 657-7934