

VOLUME QUINZE • NUMÉRO DEUX • MARS - AVRIL 1994 5,50\$

PER

A-522

INTERFACE

LA REVUE DE LA RECHERCHE

Enquête sur le mercure du Moyen-Nord québécois

Mohamed Sahnoun La guerre n'est plus ce qu'elle était • Vulgariser la science: mission impossible?

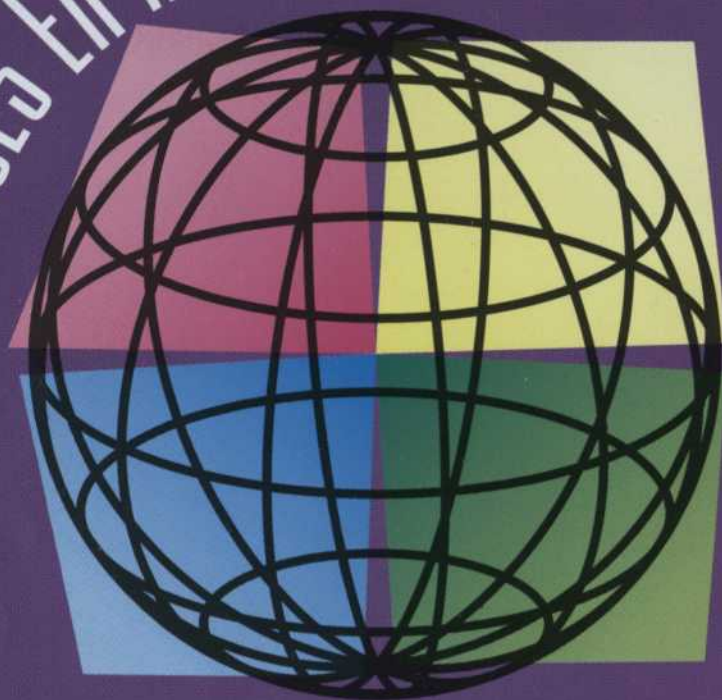
**Expliquer
l'inexpliqué:**

L'ENVIRONNEMENT SOCIAL
COMME FACTEUR
CLÉ DE la santé



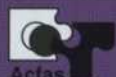
Association canadienne-française pour l'avancement des sciences
adresse de retour: 425, rue De La Gauchetière Est, Montréal (Québec) H2L 2M7
Envoi de publication - Enregistrement n° 6489

SCIENCES EN MOUVEMENT



62^e congrès de l'Acfas

Du 16 au 20 mai 1994, UQAM/Montréal



Acfas
Association canadienne-française
pour l'avancement des sciences



Université
du Québec
à Montréal

25 ANS
UQAM

SOMMAIRE

5

COMMENTAIRE

DE LA SCIENCE À LA
CULTURE: L'INTELLIGENCE
A-T-ELLE UN FUTUR?

ROLAND ARPIN

54

SCIENCEMONDE

LES VERTUS
DE L'ALGUE ROUGE

MARC POIRIER

CHRONIQUES

52

TRANSFERTS

56

SCIENCE-INTER

59

CHERCHEURS RECHERCHÉS

61

SOURCES

64

À SUIVRE

FACE À FACE

8

MOHAMED SAHNOUN
La guerre n'est plus ce qu'elle était

FRANÇOIS BROUSSEAU

Devant l'inefficacité évidente de nos moyens conventionnels d'intervention, il est grand temps, selon Mohamed Sahnoun, de repenser totalement notre façon de «gérer» les nouveaux conflits.



RECHERCHE

14

EXPLIQUER L'INEXPLIQUÉ:
l'environnement social comme facteur clé de la santé

MARC RENAUD ET LOUISE BOUCHARD

Comment peut-on expliquer l'écart inexpliqué entre les investissements massifs dans les services de santé et leurs effets sur la santé de la population? Regard sur l'environnement social.

26

ENQUÊTE SUR LE MERCURE
du Moyen-Nord québécois

CHRISTIAN BENOIT ET MARC LUCOTTE

Et si le mercure qui contamine l'environnement du Moyen-Nord québécois ne venait pas que des installations hydro-électriques? Et s'il tombait du ciel?



ENJEUX

36

LA VULGARISATION, MISSION IMPOSSIBLE?

JEAN-MARC LÉVY-LEBLOND

Vulgariser la science: une belle mission! Mais vulgariser quoi au juste et pour qui? Pour donner aux profanes exclus de la production du savoir une culture scientifique? Mais les scientifiques eux-mêmes ont-ils une culture scientifique?

SCIENCECLIPS

42

LE NEZ AU SERVICE DES
ANTHROPOLOGUES

44

POLITIQUE MUNICIPALE:
DE LA VERSION
MONTRÉALAISE À LA
VERSION TORONTOISE

46

DES BOUES
D'ÉPURATION PROPRES,
PROPRES, PROPRES

47

COMPTER LES
BÉLUGAS: UN DUR
MÉTIER

49

DES MOLÉCULES
TRAFIQUÉES POUR
TROMPER LA DOULEUR

50

DES EXAMENS
MÉDICAUX INUTILES

ANCIENNE DE L'UQAM, NOUVELLE DÉCOUVERTE.



MIRA GAUVIN, 28 ANS, CONSEILLÈRE EN ENVIRONNEMENT.

Il y a deux ans,
Mira terminait sa maîtrise
en sciences de l'environnement
à l'UQAM. En mars 1992,
l'hôpital Notre-Dame découvrait
ses nombreux talents
et lui confiait la gestion
de ses déchets biomédicaux.
Si vous recherchez
une formation de qualité,
choisissez vous aussi l'UQAM
et ses programmes en sciences.

Diplômes de deuxième cycle

Intervention ergonomique en santé
et sécurité au travail*
Météorologie*

Maîtrises

Biologie, M.Sc.
Chimie, M.Sc. (programme offert
par extension à l'UQTR)
Informatique de gestion*, M.Sc.A.
Kinanthropologie, M.Sc.
Mathématiques, M.Sc.
Physique, M.Sc. (extensionnée de l'UQTR)
Sciences de la terre, M.Sc.
Sciences de l'atmosphère, M.Sc.
Sciences de l'environnement, M.Sc.

Doctorats

Mathématiques, Ph.D.
Météorologie
(extensionnée de l'Université McGill)
Ressources minérales, Ph.D.
(programme offert par l'UQAC
avec la collaboration de l'UQAM)
Sciences de l'environnement, Ph.D.

*programme contingenté

Les dates d'admissions pour les doctorats,
les maîtrises et les diplômes de deuxième
cycle varient selon le programme. Elles se
situent habituellement entre le 1^{er} février
et le 1^{er} mai. Renseignez-vous :

870, boul. de Maisonneuve Est
Local T-3600, Montréal
Téléphone : 987-3121

La Fondation de l'UQAM offre des bourses
d'études de 1 000 \$ à 10 000 \$.



Université du Québec à Montréal

25 ANS
UQAM

De la Science à la culture: l'intelligence a-t-elle un futur?

par Roland Arpin

*Il nous revient de montrer que
l'intelligence a un futur.*

Voilà une préoccupation dont faisait part récemment Hubert Reeves dans une entrevue. Quel merveilleux objectif pour le développement de l'éducation et de la culture! Toutes les écoles du monde devraient inscrire cette phrase au fronton de leur édifice. C'est dans la foulée de cette préoccupation que se tiendra en avril prochain, à Montréal, un colloque international sous le thème: «Quand la science se fait culture». Une fois de plus, on se questionnera sur la place de la science et de la technologie dans la société actuelle ainsi que sur le futur intelligent auquel l'une et l'autre doivent contribuer.

La culture a fait l'objet de définitions innombrables. Le mot «culture» est devenu un mot-valise que l'on apprête aux multiples sauces de l'anthropologie, de l'ethnologie, de l'éducation, de l'histoire et de l'esthétique. La culture est un peu comme le kaléidoscope de notre enfance à l'aide duquel nous inventions mille formes magiques et fantastiques par une simple vibration du cylindre qui renfermait quelques paillettes brillantes. Chaque nouvel agencement modifie l'image précédente. Aucune définition de la culture ne peut être établie qui rendrait compte de sa richesse et de ses contenus, multiples et parfois contradictoires.

Mais, cette mouvance, cette polysémie du mot ne sauraient nous exempter d'en cerner la portée. La culture de notre temps est plurielle: fondée sur des métiers, des savoirs, reposant sur des sciences et des techniques, utilisant les technologies du son et de l'image qui changent profondément la nature de la communication culturelle et qui rendent accessibles au plus grand nombre des œuvres et des idées autrement réservées à une élite ou

à un groupe restreint. La culture n'est donc pas une abstraction. Elle est dépendante des

grandes mutations de la société: urbanisation accélérée, accroissement du nombre de personnes âgées, évolution de l'organisation du travail, immigration et pluralité, clivage entre les pauvres et les riches.

Une vision synthétique de la culture s'articule donc autour de quatre valeurs fondamentales: 1) le vrai, qui fonde la vie scientifique (sciences pures et expérimentales, technologie); 2) le beau, qui fonde la vie artistique (littérature, peinture, sculpture, etc.); 3) le bien moral, qui fonde la vie morale individuelle et sociale; 4) le sacré, qui fonde la vie religieuse.

La science, pour sa part, occupe une place considérable dans notre société et pourtant, comme le souligne Jean Fourastié, elle «ne peut donner d'informations sur les destins fondamentaux de l'homme... ne peut dire pourquoi j'existe, pourquoi le monde existe, quelle est sa finalité... La science rend plus nécessaires que jamais la réflexion et la méditation religieuse et la définition d'une conception du monde qui seule peut donner un sens à notre vie personnelle et en société¹».

De fait, la science est généralement perçue à travers la technologie, dont elle dépend de plus en plus. Notre environnement quotidien et domestique est hautement technologique. La température et l'éclairage sont modifiés par un simple réglage électronique, notre maison est devenue un centre de communication muni du téléphone, de l'ordinateur, de la télévision, de la chaîne stéréophonique et souvent du télécopieur. Le jour même où j'écris ces lignes, les journaux font largement état du lancement de l'«autoroute électronique». On y présente le nouveau *Big Brother* convivial, dit-on. L'acronyme UBI sert à désigner ce nouveau produit: «U» pour universalité, «B» pour bidirectionnalité et «I» pour interactivité. On dit dans un article: «Les branchés d'UBI pourront effectuer des transactions bancaires, payer leur compte d'électricité, visionner des films à la carte, commander pizza, poulet ou chinois, acheter des billets de loterie et de

ROLAND ARPIN

EST DIRECTEUR GÉNÉRAL

DU MUSÉE DE LA

CIVILISATION À QUÉBEC.

théâtre, consulter les *Pages jaunes* et suivre des cours. Ils recevront de la publicité « ciblée »... et des circulaires électroniques dont les coupons-rabais sortiront de leur imprimante²»

C'est là un exemple parmi d'autres qui fait voir comment la technologie peut modifier nos manières de vivre et nos habitudes culturelles. De nombreux autres exemples pourraient être empruntés à divers domaines : aux biotechnologies, qui redéfinissent les mécanismes de transmission de la vie et la façon dont la mort se présente à nous ; aux télécommunications, qui transforment des drames comme la guerre du Golfe en un vaste spectacle médiatique ; aux technologies militaires, qui suscitent nos craintes par le développement des armements et des centrales nucléaires.

Depuis Hiroshima, la confiance en l'être humain démiurge est ébranlée. Comme le souligne Edgar Morin : « Nos sociétés sont confrontées au développement d'une énorme machine où science et technique, associées dans ce qu'on appelle désormais la technoscience, nous menacent de régression démocratique. Cloisonné, morcelé, concentré, le savoir est réservé à une caste de scientifiques spécialisés. La maîtrise technique est aux mains des experts, dont la compétence se limite à un domaine clos et dont l'incompétence dans l'interaction entre les domaines clos est illimitée³ ».

Culture et science ne doivent pas entrer en conflit, surtout au moment où le monde scientifique a recours de plus en plus fréquemment à l'éthique pour baliser son action ou justifier ses choix. La culture est souvent perçue et décrite comme un mode de pensée fondé sur la création, l'intuition et l'imagination. Cela est juste, mais les préalables à la création reposent tout autant sur la connaissance que sur la sensibilité. De son côté, la science prétend expliquer alors qu'elle sert surtout à confirmer par l'expérimentation. Elle n'en fait pas moins appel à la créativité et à l'imagination. Hubert Reeves n'est-il pas poète en plus d'être astrophysicien et Albert Jacquard n'est-il pas autant un communicateur de génie qu'un généticien de renom ?

La culture se fait science, aujourd'hui plus que jamais, parce que l'une et l'autre sont contraintes à la transdisciplinarité, qui consiste à utiliser le maximum de sources d'éclairage différentes pour alimenter la connaissance et faire surgir la compréhension de l'univers.

La nouvelle problématique qui se pose à la science, à toute science, est celle-là même qui, pour un temps, a semblé être le fief et le territoire privilégiés des sciences humaines. Les grandes questions comme la surpopulation, les grands choix génétiques, la misère, l'injustice sociale, la marginalisation, l'utilisation des ressources finies ne sauraient trouver de réponse sans l'aide des sciences biologiques et des sciences de la nature tout autant que des sciences humaines. Selon la belle expression de René Maheu, alors directeur de l'Unesco : « Le développement est la science devenue culture. »

RÉFÉRENCES

1. FOURASTIÉ, Jean. *Les jeunes, la science et la foi*, dans « Les jeunes et la foi », *Foi vivante*, n° 49, Bruxelles, 1971, p. 25-26. Cité par Paul POUPARD, *Église & culture, jalons pour une pastorale de l'intelligence*, Paris, SOS éditeur, 1980, p. 21.
2. DUTRISAC, Robert. « UBI lance l'autoroute des branches », *Le Devoir*, 25 janvier 1994.
3. MORIN, Edgar et KERN, Brigitte. « Vivre l'Europe en confédération », *Le Monde diplomatique*, novembre 1991, p. 13.

INTERFACE

REVUE BIMESTRIELLE SANS BUT LUCRATIF, **INTERFACE** EST PUBLIÉE À L'INTENTION DE LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE PAR L'ASSOCIATION CANADIENNE-FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES (ACFAS) AVEC L'AIDE DU MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU COMMERCE, DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE, DU PROGRAMME SCIENCES ET CULTURE CANADA, DU CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES HUMAINES ET DU CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE. **DIRECTRICE ET RÉDACTRICE EN CHEF**: SOPHIE MALAVOY **DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'ACFAS**: GERMAIN GODBOUT **SECRÉTAIRE DE RÉDACTION**: JOCELYNE THIBAUT **COMITÉ DE RÉDACTION**: PATRICK BEAUDIN, THÉRÈSE BOUFFARD-BOUCHARD, MONA NEMER, DENISE PELLETIER, GARY SLATER, YANICK VILLEDIEU **RÉVISION LINGUISTIQUE**: HÉLÈNE LARUE **DIRECTION ARTISTIQUE**: LORTI/MOUSSEAU **ILLUSTRATION DE LA PAGE COUVERTURE**: JOAO MANUEL COSTELA **PUBLICITÉ**: PIERETTE LEFRANÇOIS **TÉL.**: (514) 466-3095 **TÉLÉC.**: (514) 466-0952 **REPROGRAPHIE**: PHOTO-SYNTHESE **IMPRESSION**: IMPRIMERIE QUEBECOR SAINT-JEAN **LES ARTICLES D'INTERFACE PEUVENT ÊTRE REPRODUITS SANS AUTORISATION À CONDITION QUE L'ORIGINE EN SOIT MENTIONNÉE. POUR TOUTE DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS, S'ADRESSER À L'ACFAS, 425, RUE DE LA GAUCHETIÈRE EST, MONTRÉAL (QUÉBEC) H2L 2M7. TÉL.**: (514) 849-0045, **TÉLÉC.**: (514) 849-5558. LA REVUE **INTERFACE** EST RÉPERTORIÉE DANS *POINT DE REPÈRE* ENVOI DE PUBLICATION ENREGISTREMENT N° 6489 MARS 1994, DÉPÔT LÉGAL: BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC, PREMIER TRIMESTRE 1994

ISSN 0826-4864

MARS - AVRIL

INTERFACE
MCMXCIV

Le CRIM,

une force mobilisatrice en technologies de l'information

Le CRIM est un centre de recherche et développement, de formation et de transfert de connaissances unique au Canada au sein duquel les universités et les entreprises travaillent en collaboration. Corporation privée sans but lucratif, le CRIM est financé par ses membres, par des organismes de financement de la recherche et par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science du gouvernement du Québec. Le CRIM mobilise les forces du secteur des technologies de l'information, favorise le maillage d'entreprises de haut calibre et le démarrage de projets stratégiques pour la compétitivité des entreprises.

LA MISSION DU CRIM

Transfert de connaissances Recherche-développement Exploratoire-Précompétitive-Contractuelle Contribution à la formation de 2^e et 3^e cycles

DOMAINES PRIORITAIRES D'INTERVENTION

Compréhension de la parole et interprétation des signaux Génie logiciel et Centre de génie logiciel appliqué (CGLA) Informatique des processus industriels et vision artificielle Téléinformatique et réseaux

Systèmes à base de connaissances Architectures parallèles Environnements informatisés de formation et interfaces personne-système

Le CRIM: un comptoir unique

Le CRIM offre de nombreux services tant à la collectivité qu'à ses membres.

Au service de la collectivité:

- Service de communications: deux fois par mois, l'Heure du CRIM invite les participants à des présentations en systèmes à base de connaissances, génie logiciel et interfaces personne-système. Publié six fois par année, un bulletin interne, le Crimoscope, rend compte des nombreuses activités du CRIM et de ses membres.
- Service de formation: chacun des domaines de recherche du CRIM donne lieu à de nombreuses activités de formation (séminaires, cours, etc).
- Vitrine technologique: axée sur les environnements informatisés de formation, cette vitrine permet l'évaluation et l'essai des plus récentes technologies en ce domaine.

Les privilèges du membre:

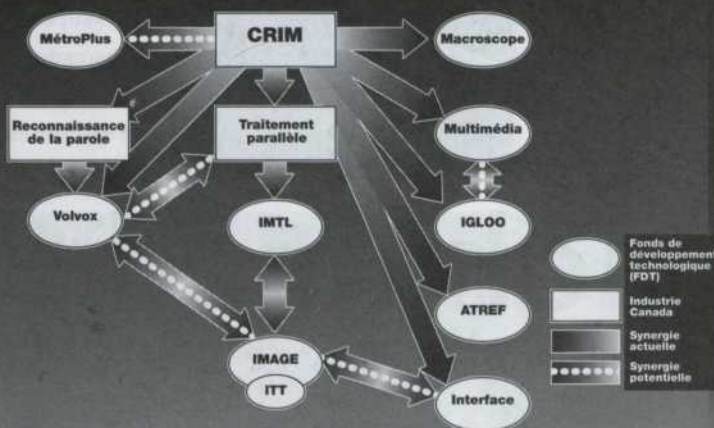
- Crédit annuel de 10 000 \$
- Tarifs privilégiés
 - expertise du personnel et du réseau de spécialistes du CRIM
 - cours de formation, laboratoires et Centre de documentation
 - vitrine technologique en EIF
 - Centre de génie logiciel appliqué (CGLA)
 - Réseau interordinateurs scientifique québécois (RISQ)
 - conférences et tables rondes du CRIM sur l'innovation
- Accès exclusif
 - lien électronique
 - programme de liaison industrielle du MIT
 - bulletin d'information électronique

Les réalisations du CRIM

Le CRIM affirme sa présence dans le secteur des technologies de l'information en participant à plusieurs projets de R-D, notamment les projets mobilisateurs et synergie du Fonds de développement technologique du ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie du Québec et aux Programmes des technologies stratégiques d'Industrie, Sciences et Technologie Canada.

Participation du CRIM

aux projets mobilisateurs et synergie du FDT et aux Programmes des technologies stratégiques d'ISTC



Un réseau de contacts privilégiés

Comptant plus de 75 membres, le CRIM est en liaison étroite avec plusieurs centres de recherche sur les scènes nationale et internationale. Il représente donc un réseau de contacts privilégiés en R-D dans le secteur des technologies de l'information.

MEMBRES

62 entreprises, 10 universités, 5 membres associés et un membre d'office.

PARTENAIRES Nationaux

Centre d'innovation en technologies de l'information (CITI)
Centre de promotion du logiciel québécois (CPLQ)
Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ)
Centre d'études et de recherche en calcul appliqué (CERCA)
Centre francophone de recherche en informatisation des organisations (CEFRIO)
Conseil national de recherches du Canada (CNRC)
Défense Nationale
Environnement Canada
Fonds de développement technologique
IBM's Centre for Advanced Study (CAS)
Industrie, Sciences et Technologie Canada
Information Technology Research Centre (ITRC)
Institut canadien de recherche en télécommunications (ICRT)

Institute for Robotics and Intelligent Systems (IRIS)
Precompetitive Applied Research Network (PRECARN)
Telecommunications Research Institute of Ontario (TRIO)
Transports Canada

Internationaux

Brésil: Centre for Software Technology (CITS)
France: Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA), Laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes (LAAS)
Allemagne: German National Research Centre for Computer Science (GMD), Bavarian Research Centre for Science Based Systems (Forwiss)
États-Unis: Software Engineering Institute (SEI), Massachusetts Institute of Technology (MIT)



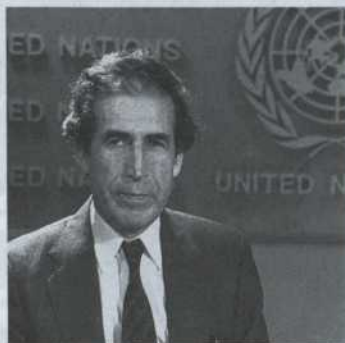
Récipiendaire de l'OCTAS de l'innovation 1993 en collaboration avec PAPRICAN.

Médaille de bronze
Programme de distinction du gouvernement du Canada
Pour les projets Stratus



Centre de recherche informatique de Montréal

1801, avenue McGill College, bureau 800
Montréal, Québec H3A 2N4
Téléphone : (514) 398-1234
Télécopieur : (514) 398-1244
Métro : McGill



Mohamed Sahnoun

La guerre n'est plus ce qu'elle était

PAR FRANÇOIS BROUSSEAU

Non, la guerre n'est plus ce qu'elle était et il faut se l'avouer: nos moyens conventionnels d'intervention se révèlent de plus en plus inefficaces. De fait, il faut, selon Mohamed Sahnoun, diplomate et ancien responsable de l'action de l'Organisation des Nations Unies en Somalie, repenser totalement notre façon de «gérer» les nouveaux conflits qui sévissent de nos jours.

PHOTO: UN 181774 / M. TZOVARAS. DOC. 1015L

Le feu d'artifice guerrier qui ensanglante plusieurs parties du monde dérouté aujourd'hui profanes et spécialistes. Depuis cinq ou six ans, les repères idéologiques et stratégiques simples — Ouest contre Est, capitalisme contre communisme, missiles Pershing contre SS-20 — qui, à tort ou à raison, nous faisaient instinctivement saisir les enjeux des conflits, ont presque tous disparu.

«Avec la Guerre froide, nous avons mis l'Histoire au réfrigérateur et aujourd'hui, elle nous saute à la figure!», constate Mohamed Sahnoun, diplomate-chercheur qu'accueille depuis septembre dernier, en tant que lauréat du prix Pearson, le Centre de recherches pour le développement international à Ottawa (*encadré*). Son travail consiste à examiner les causes économiques, sociales, culturelles et écologiques des conflits ainsi que leur effet. «Avant la fin de la Guerre froide, soit avant la chute du mur de Berlin en 1989 et la disparition de l'URSS en 1991, les causes des conflits étaient différentes, ce qui n'est pas une raison pour être nostalgique.

«La Guerre froide, c'était la guerre, une vraie guerre, poursuit Mohamed Sahnoun. Certes, on a évité l'hiver

nucléaire, la confrontation globale, mais à quel prix? Au prix de 200 conflits régionaux entre 1948 et 1988, de 20 millions de morts, de 20 millions de réfugiés. La Guerre froide, c'était la première guerre idéologique mondiale, une guerre menée par procuration, avec d'autres moyens, plus fourbes: le terrorisme, la guerre économique, la subversion...»

Il est vrai que l'après-Guerre froide que nous vivons depuis cinq ou six ans n'a pas généré la guerre chaude, celle qui, dans le Caucase, au Burundi ou en Bosnie-Herzégovine, tue par milliers soldats, femmes et enfants: loin de là. Il y a eu le Vietnam, le Cambodge et bien d'autres. Mais il est également vrai que depuis la chute du mur de Berlin, les conflits nous paraissent plus complexes, plus touffus et plus nombreux qu'avant. Illusion d'optique?

DES GRIEFS BALAYÉS SOUS LE TAPIS

La Guerre froide, explique Mohamed Sahnoun, avait effectivement «mis au réfrigérateur», à l'intérieur de nombreuses sociétés, la libre expression de diverses tensions qui aujourd'hui enflamment plusieurs régions du

Fin janvier, Mohamed Sahnoun quittait précipitamment ses bureaux du Centre de recherches pour le développement international (CRDI) à Ottawa, dépêché d'urgence comme médiateur dans une crise au Congo, un conflit peu médiatisé mettant en cause un gouvernement et son opposition que l'on doit retenir pour qu'ils ne se tirent pas dessus. « Ça va mieux. Il y a un accord de cessez-le-feu, mais la situation reste tendue », rapportait-il à son retour au Canada, durant la deuxième semaine de février. Demain, ce sera le Salvador, où l'après-guerre se révèle là comme ailleurs plus ardu que prévu, et où le diplomate est invité à déployer ses bons offices entre des parties qui ont encore une montagne de méfiance à surmonter pour que la paix durable se concrétise enfin.

Menant en principe au CRDI une recherche sur le thème « Conflits et développement », Mohamed Sahnoun admet que — outre ses fréquents voyages éclairs de médiateur à l'étranger — ses grandes journées, il les passe le plus souvent à prodiguer des conseils pratiques. « Je suis une personne-ressource, je conseille les différents services pour améliorer l'orientation des recherches, je donne des causeries. »

Ainsi va la vie de ce super-diplomate aujourd'hui doublé d'un chercheur, qui, à 60 ans, a déjà pris sa retraite du service diplomatique algérien. Ancien ambassadeur de l'Algérie en Allemagne, en France, aux États-Unis, aux Nations Unies et au Maroc, il a également été conseiller personnel, aux Affaires étrangères, de l'ex-président Chadli Bendjedid.

En 1992, il s'est retrouvé au cœur d'une controverse qui l'a personnellement opposé au secrétaire général des Nations Unies, Boutros Boutros-Ghali. Pendant quelques mois, en effet, il avait été responsable de l'action de l'ONU en Somalie. Mais en octobre de cette année-là, toutefois, il quittait précipitamment son poste. Le fond de son désaccord ? Ce promoteur de la concertation s'opposait à l'approche par trop militaire qui était avancée par New York pour régler le cas somalien. « Je voulais favoriser l'approche politique, l'approche du dialogue. Nous avions déjà commencé à stabiliser certaines régions du pays.

Par contre, à New York, on était obsédé par l'idée d'envoyer des troupes et des troupes et des troupes. » Puis il y a eu le show américain de « Restore Hope », en décembre 1992, avec ce débarquement super-médiatisé à Mogadiscio, et puis surtout, en mars 1993, les massacres quand les Marines attaquaient les chefs de tribus...

La Somalie, Mohamed Sahnoun connaît, puisqu'il a été, de 1964 à 1973, secrétaire général adjoint de l'Organisation de l'unité africaine basée à Addis Abeba, en Éthiopie, et qu'il faisait de fréquents voyages dans ce pays voisin



de la Corne de l'Afrique. Fils d'instituteur éduqué dans les meilleures universités d'Occident (études supérieures de sociologie à la Sorbonne et à l'Université de New York), Mohamed Sahnoun appartient à la génération qui a fait la révolution algérienne et bâti l'État post-colonial.

Mais il pousse un soupir quand on lui parle de son pays, ruiné, mis à feu et à sang par la lutte qui fait rage entre l'État et les intégristes. « La faute aux élites, diagnostique-t-il brièvement. Les élites, qu'elles le veuillent ou non, sont responsables de la chose publique. Elles doivent savoir refuser des postes politiques. Mais, en Algérie, certains intellectuels, aveuglés par leur ambition, ont été dévorés par la lutte pour le pouvoir au point d'entraîner le pays dans la guerre civile. » Mais il n'en dira pas plus long sur ce sujet malheureux qui, manifestement, lui serre le cœur.

PHOTO: JON JONES - SYGMA / PUBLIPHOTO

UNE CULTURE DE LA PAIX... INSPIRÉE DU QUÉBEC!

L'une des clés de la « culture de la paix » que Mohamed Sahnoun rêve de semer un peu partout dans le monde, c'est au cours d'un voyage au Canada qu'il en a trouvé l'inspiration. Plus précisément au Québec, royaume de la concertation!



PHOTO: JON JONES - SYGMA / PUBLIPHOTO

En 1986, M. Sahnoun était membre de la commission Brundtland, la commission mondiale sur l'environnement présidée par Mme Gro Harlem Brundtland, alors chef du gouvernement norvégien. Il garde un souvenir très fort du passage au Québec de ce groupe d'enquêteurs itinérants, d'autant plus qu'il l'avait alors dirigé en l'absence de sa présidente.

« Nous sommes allés à la baie James pour visiter le complexe d'Hydro-Québec. Nous avons rencontré toute sorte de monde, des Indiens, des dirigeants d'Hydro, etc. À

Chicoutimi, j'ai assisté à une table ronde régionale sur l'environnement, avec la direction des entreprises, les représentants des syndicats, les différentes institutions publiques, des étudiants, la direction des écoles, des conseillers municipaux, les Églises. J'ai trouvé ces discussions absolument passionnantes. Je me suis alors dit: il faut faire connaître au monde l'expérience canadienne. Et d'une certaine façon, la conférence de Rio sur l'environnement a été un peu une table ronde sur ce modèle, mais à l'échelle internationale. »

Le rapport avec la prévention de la guerre? « Cette approche permet aux différents partenaires de discuter, d'exposer leurs griefs, d'examiner à l'échelle locale les causes profondes de conflits potentiels, de voir quelles sont les solutions possibles au lieu de taire, de refouler les causes de conflits qui reviennent fatalement plus tard à plus grande échelle. »

Mais la concertation à la sauce « table ronde » n'entraîne-t-elle pas souvent beaucoup de perte de temps? « Évidemment, il n'y a pas toujours de résultats concrets, de résultats spectaculaires et immédiats, mais il faut songer à tout ce que permet un tel dialogue, et à tous les maux ultérieurs et coûteux qu'entraîne l'absence de dialogue. » Autrement dit, un tel travail à la base, à l'échelle locale, avec des « tables de concertation » et des « intervenants du milieu » — pour reprendre un jargon communautaire bien connu au Québec — cela peut certes avoir des côtés fastidieux. Mais là se trouve la clé, selon Mohamed Sahnoun, de la prévention ultérieure des conflits ouverts et violents.

monde: passions nationalistes, ethniques, religieuses, tribales, etc. Des milliers de griefs avaient ainsi été balayés sous le tapis. Comme autant de bourrasques, ils reviennent aujourd'hui par la grande porte. « Derrière la confrontation Est-Ouest, on a bloqué l'Histoire, on a empêché l'Histoire de suivre son cours normal. Aujourd'hui, tous ces facteurs deviennent plus explosifs que jamais. »

Cela entraîne, pour la nouvelle analyse des conflits et des guerres, pour l'action préventive, une perte d'importance du facteur géostratégique, étatique, et le besoin nouveau de comprendre les sociétés aux niveaux local,

régional et national. « Il faudrait, par exemple, pouvoir amener les Tutsis et les Hutus du Rwanda et du Burundi à discuter de ce qui les sépare, et les amener surtout à chercher d'abord au niveau local une solution à leur conflit. »

Approche globale, concertation, compréhension des sociétés jusque dans leurs mécanismes intimes: tels sont les trois éléments au cœur, selon le diplomate, de la prévention des conflits. « Avant, les conflits étaient essentiellement interétatiques. Aujourd'hui, leurs causes sont de plus en plus internes, elles ont à voir avec le fonctionnement des sociétés, avec des frustrations longtemps ré-



PHOTO: UN 159409 / M. GRANT. DOC. 1011L

MOHAMED SAHNOUN, ENVOYÉ SPÉCIAL DU SÉCRÉTARIAT GÉNÉRAL DE L'ORGANISATION DES NATIONS UNIES, PARLE À LEONARD KAPUNGO (À GAUCHE), DE L'OPÉRATION DES NATIONS UNIES EN SOMALIE ET À DAVID BASSIOUNI (À DROITE), COORDINATEUR DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE EN SOMALIE, À L'AÉROPORT INTERNATIONAL DE MOGADISCIO.

primées. Avant, vous étiez d'un côté ou de l'autre; tout le reste en découlait. On appuyait tel dictateur contre tel autre si le premier assurait une certaine sécurité dans la région au sein du camp en question. Avant, l'ennemi était facile à identifier. Après la Première Guerre mondiale, l'ennemi, c'était le nazisme; après la Deuxième Guerre mondiale, c'était les Russes, c'était le communisme. Mais aujourd'hui, l'ennemi est partout.»

La vision de tous ces conflits qui éclatent avec plus d'acuité que jamais au lendemain de la « fonte des glaces » postcommuniste, porte Mohamed Sahnoun à diagnostiquer la crise des méthodes classiques de maintien de la paix. « Regardez, par exemple, la conception classique du *peace keeping* par les Casques bleus. Elle est aujourd'hui dépassée, parce que les conflits ne concernent plus deux États en guerre territoriale entre lesquels il faudrait s'interposer, comme c'était le cas de Suez, de l'Inde et du Pakistan, et même de Chypre avec la Grèce et la Turquie derrière. Aujourd'hui, ce sont d'abord des conflits internes. Il faut faire de la prévention, ne pas attendre jusqu'à ce qu'il faille une opération de *peace keeping*. C'est ça qui est fondamental. »

DU GANDHISME?

La pensée stratégique en matière de prévention de la guerre est terriblement en retard sur les événements,

pense le chercheur, critiquant au passage la mentalité qui, à ce sujet, règne encore aujourd'hui à New York, au siège de l'Organisation des Nations Unies (ONU).

« Prenez *L'Agenda pour la paix* du secrétaire général de l'ONU, M. Boutros-Ghali (N.D.L.R.: publié au printemps 1992, quelques mois après son entrée en fonction). Il continue à y parler de *peace keeping* et même quand il parle de prévention, parce qu'il parle quand même un peu de prévention, il parle de *force préventive*, il parle encore de force! Je ne veux pas faire du gandhisme, mais ne faudrait-il pas essayer au maximum d'utiliser nos cerveaux, de faire autrement? »

Utiliser son cerveau, avoir une vision: Mohamed Sahnoun aime évoquer le président américain Woodrow Wilson (mort en 1924), dont les propositions sur la paix au lendemain de la Première Guerre mondiale — propositions ayant notamment mené à la création de la Société des nations, ancêtre de l'ONU — lui valurent le prix Nobel en 1919. « Cet homme avait une vision, il avait bien vu que l'ère des empires était terminée et que l'ère des États-nations la remplaçait. Malheureusement, on ne l'a pas suivi. On a créé une Société des nations qui n'était que le fantôme de ce qu'elle aurait dû être, faute de pouvoirs réels. » Mais qu'est-ce que cela peut bien vouloir dire, aujourd'hui, « avoir une vision » face au chaos des relations internationales de l'après-Guerre froide? Une approche préventive au regard des mille conflits potentiels

de l'époque contemporaine? Mohamed Sahnoun admet que sur ce point, sa réflexion n'est pas terminée.

Le diplomate et homme d'action passé à la recherche cite pêle-mêle la culture de la concertation, cette méthode de la «table ronde» dont il dit avoir vu d'impressionnants exemples lors d'un précédent voyage de travail au Québec (encadré) et qu'il faut propager dans le monde diplomatique; un nouveau «plan Marshall» pour l'Est et le Sud; la plus grande présence de civils dans les missions internationales; une réforme de structure des Nations Unies; le recours accru à des spécialistes à même de prévenir les autorités compétentes; l'envoi de médiateurs internationaux *avant* le déclenchement des crises; la prise en considération, dans l'ordre, des aspects locaux d'abord, puis régionaux, nationaux et géostratégiques ensuite seulement; une plus grande sévérité dans l'application des accords sur les armes chimiques, biologiques et nucléaires; la nécessité de rédiger de nouveaux accords, notamment sur les mines, «un incroyable fléau dans 60 pays, qui fait 800 morts par mois», etc.

Des exemples, monsieur Sahnoun, des exemples... Et la Bosnie? Le diplomate se lamente: pour la Bosnie, c'est trop tard! «S'il y avait eu une politique sage de la part de

l'Europe, si on ne s'était pas précipité pour reconnaître la Slovénie et la Croatie... Mais les problèmes ont été multipliés par dix et par vingt!»

Alors, un exemple concret de prévention qui pourrait marcher? «Que faire pour que l'Afrique du Sud ne devienne pas, demain, une autre Somalie? Il faut envoyer tout de suite, dès maintenant, non pas 2000 soldats, mais 2000 civils, des gens qui sont prêts à aider, sur le plan du développement, de la formation, de la communication entre les différents groupes sociaux. Ce sont les Sud-Africains eux-mêmes qui, aujourd'hui, nous le demandent. Il faut, sur le plan local, arriver à créer immédiatement certains ponts.» Des ponts sans lesquels, demain, tout explosera...

Bref, si l'on résume le credo de Mohamed Sahnoun, c'est un appel à des structures supranationales renouées, plus crédibles et plus efficaces, et à un «counseling psychosocial», à des «dynamiques de groupe» nouveau style, appliqués non pas aux individus mais bien aux acteurs politiques.

QUE RESTE-T-IL DE LA SOUVERAINETÉ?

L'émergence des conflits internes, locaux et régionaux comme cause principale des guerres dans l'après-Guerre froide, conduit-elle le diplomate à remettre en question le concept classique de souveraineté nationale? En partie, oui.

«C'est une notion qui perd de la valeur. Ce qui ne veut pas dire que la souveraineté ne doit pas être respectée comme élément de droit. Pour que des États signent des conventions et s'engagent à les respecter, il faut qu'ils se sentent quand même souverains. Ce qui implique qu'ils soient égaux: la souveraineté, c'est l'égalité juridique. Mais en même temps, cette souveraineté doit être populaire, légitime et soutenue par la population. Sinon, qui va la respecter? Avec la fin de la Guerre froide, nous avons une nouvelle conception de la souveraineté. Quand celle-ci n'est pas en mesure de défendre les intérêts de la population, elle n'est plus une forteresse vis-à-vis d'une intervention.»

Cette relativisation du concept de souveraineté autorise donc l'interventionnisme international sous certaines conditions, ce «devoir d'ingérence» dont parlait le Français Bernard Kouchner pour justifier, par exemple, lorsque des atrocités sont commises, la présence étrangère en Irak ou en Bosnie sans avoir nécessairement l'aval des autorités locales.

Cette mise en cause de la souveraineté classique cadre parfaitement avec la nouvelle vision «sociale», non étatique et post-stratégique des conflits, que monsieur Sahnoun cherche à intégrer à la polémologie moderne, soit l'étude scientifique et sociologique de la guerre.

Aux scientifiques qui se plaignent de l'indifférence... **Concours de journalisme scientifique**

Bourse Fernand-Seguin

1994

ACS
ASSOCIATION DES COMMUNICATEURS SCIENTIFIQUES DU QUÉBEC

SRC
Télévision

Ministère de l'Industrie et du Commerce, de la Science et de la Technologie

La Presse

LE SOLEIL
LE JOURNAL POUR TOUT LE MONDE

Gagnez un stage rémunéré en journalisme scientifique : trois mois à l'émission *Découverte* et trois mois dans des entreprises de presse écrite.

Pour obtenir le dépliant s'adressez à :
Bourse Fernand-Seguin
Société Radio-Canada
Boîte postale 11007
Montréal (Québec) H3C 4T9
Tél. (514) 597-5383
Télécopieur (514) 597-5386
ou au bureau de Radio-Canada de votre région.

Programme canadien des échanges à l'échelle du globe

LA SOCIÉTÉ ROYALE DU CANADA

Commandez dès maintenant!

Le premier ouvrage important sur l'histoire de L'ACFAS
(prix spécial de lancement)

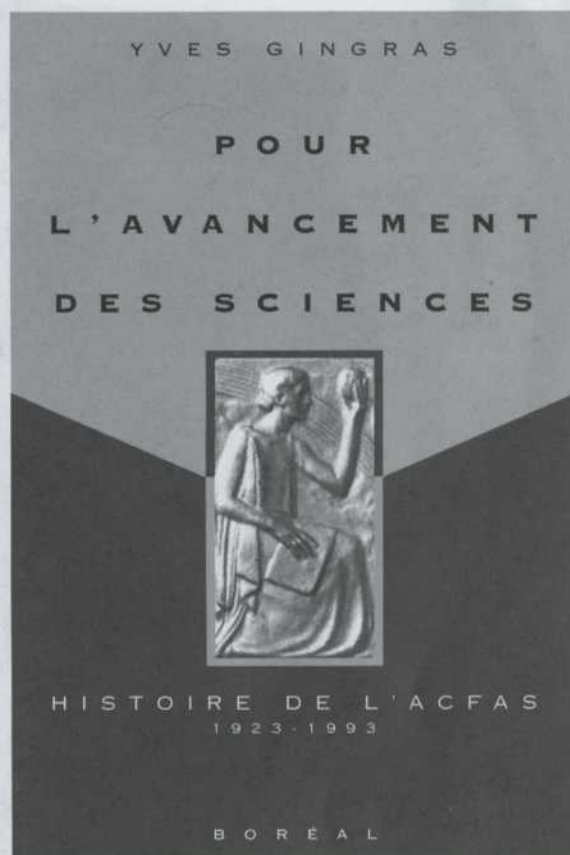
Yves Gingras

nous offre un ouvrage essentiel
qui témoigne du rôle de premier
plan qu'a joué L'ACFAS dans
l'histoire du Québec moderne.

Une lecture captivante.

TABLE DES MATIÈRES

1. La mise en faisceau des ressources
2. La promotion de la culture scientifique
3. La promotion de la recherche scientifique
4. La formation d'une communauté scientifique
5. L'ACFAS sur la place publique
6. Les raisons d'être de L'ACFAS



environ 260 pages, illustré, **prix public : 22,50 \$ + TPS**

**Retournez
ce coupon →
avant le 5 avril
et recevez le volume
par la poste
dès sa parution
en mai 1994.**

BON DE COMMANDE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Veuillez me faire parvenir _____ exemplaires au prix de lancement
de 20,00 \$ chacun (taxe et frais d'envoi inclus).

Ci-joint un chèque ou mandat-poste de _____ \$.

Veuillez faire porter le montant de _____ \$ à mon compte.

☐ VISA ☐ MASTERCARD

N° _____ Date d'échéance _____

Nom _____

Adresse _____ Ville _____

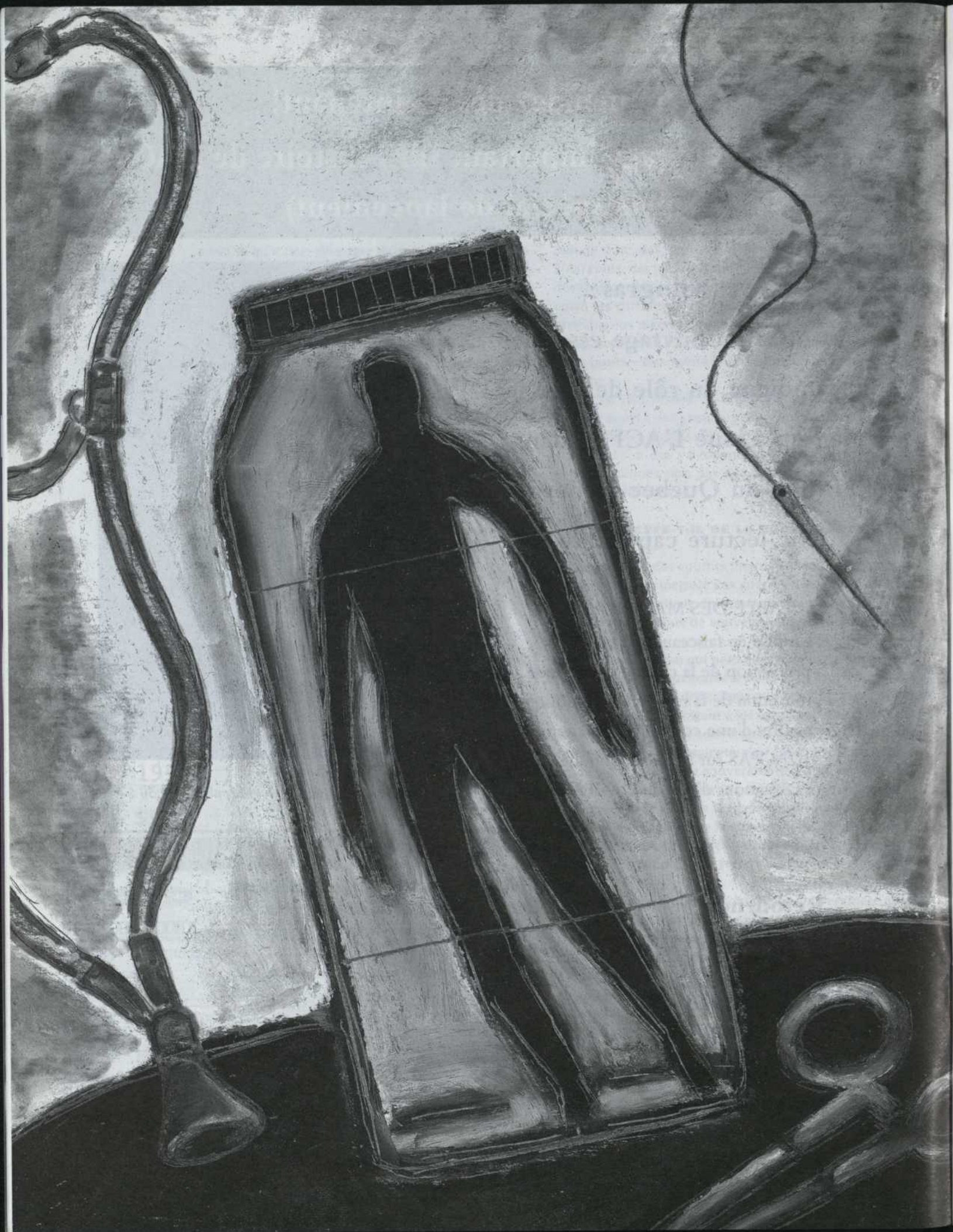
Province _____ Code postal _____

Signature _____ Tél. : () _____

*Retournez le bon de commande
aux Éditions du Boréal
avant le 5 avril.*



LES ÉDITIONS DU BORÉAL
4447, rue Saint-Denis
Montréal (Québec) H2J 2L2
Tél. : (514) 287-7401





RECHERCHE

EXPLIQUER l'inexpliqué:

l'environnement social comme facteur
clé de la santé

Marc Renaud, avec la collaboration de Louise Bouchard

Transplantations d'organes. Maintien en vie de bébés prématurés de quelques grammes seulement. La médecine, de plus en plus performante et complexe, repousse sans cesse l'impossible. Mais la population est-elle en meilleure santé pour autant? Une grave question, trop longtemps ignorée, qui nous amène à expliquer l'écart inexplicable entre nos investissements massifs dans les services de santé et la santé elle-même.

ILLUSTRATIONS: JOAO MANUEL COSTELA

Les soins de santé constituent aujourd'hui la plus grosse industrie des pays développés: au Canada, elle accapare plus de 9 p. cent de la richesse et 10 p. cent de la main-d'œuvre. C'est aussi une industrie en profonde mutation. Les forces de changement sont innombrables — percées technologiques en médecine, vieillissement de la population, crise des finances publiques, luttes interprofessionnelles, etc. — tout comme sont nombreuses les dynamiques sociales en cause — «médicalisation» des problèmes sociaux, «judiciarisation» de la prise en charge, «déshumanisation» des soins, «désinstitutionnalisation» dans le domaine de la santé mentale, «responsabilisation» de plus en plus grande des individus, des familles et des communautés. Cette industrie est devenue un système tellement vaste et complexe qu'elle semble tout entière accaparée par ses problèmes de financement et de gestion. En réalité, ceux-ci ne sont que la pointe de l'iceberg. Le problème de fond, c'est celui de la finalité du système de soins: contribue-t-il à l'amélioration de la santé de la population en proportion des investissements colossaux

MARS - AVRIL

INTÉLIGENT 15
MCMXCIV

FIGURE 1

**ESPÉRANCE DE VIE DES HOMMES
DANS DIVERS PAYS DE L'OCDE**

Même si les Japonais n'investissent dans les services de santé que 1 000 \$ US per capita contre 1 500 \$ US au Canada et 2 000 \$ US aux États-Unis, ils ont réussi à faire passer l'espérance de vie des hommes de 64 ans en 1955 (le plus bas niveau des pays de l'OCDE) à 76 ans (le plus haut niveau) en 1985. Ce pays détient également la meilleure espérance de vie pour les femmes et un des plus faibles taux de mortalité infantile.

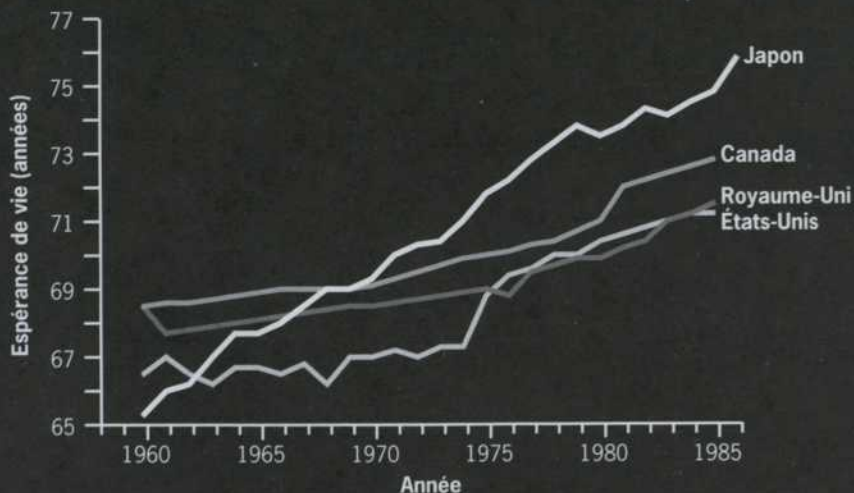


FIGURE 2

**ÉVOLUTION DU TAUX DE MORTALITÉ
CAUSÉE PAR LA TUBERCULOSE**

Les travaux de démographie historique ont montré que les grands bonds en avant en matière de santé ne sont pas uniquement attribuables à l'amélioration des technologies médicales. Ainsi, si le taux de mortalité causée par la tuberculose a chuté de façon importante après la découverte, en 1944, du traitement à la streptomycine (antibiotique), cela ne saurait expliquer la baisse encore plus spectaculaire survenue au siècle précédent. Cette baisse est liée, de fait, à l'amélioration de la nutrition, à l'espace-ment des naissances et aux conditions d'hygiène (égouts, approvisionnement en eau potable, etc.).

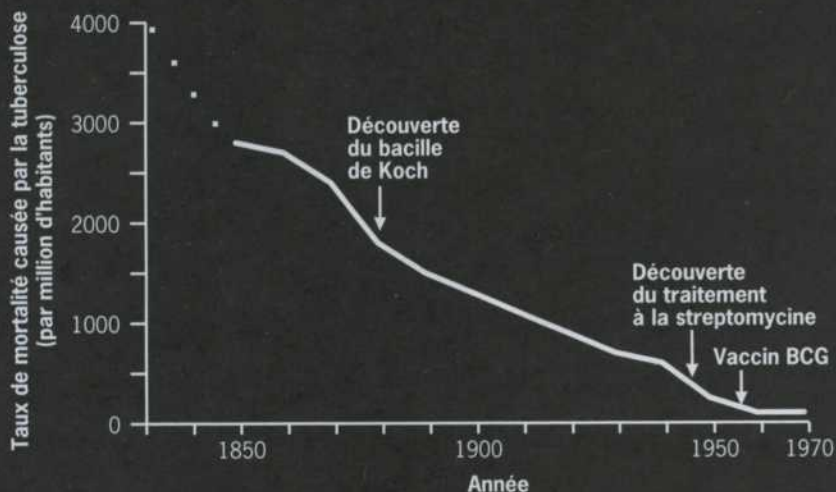
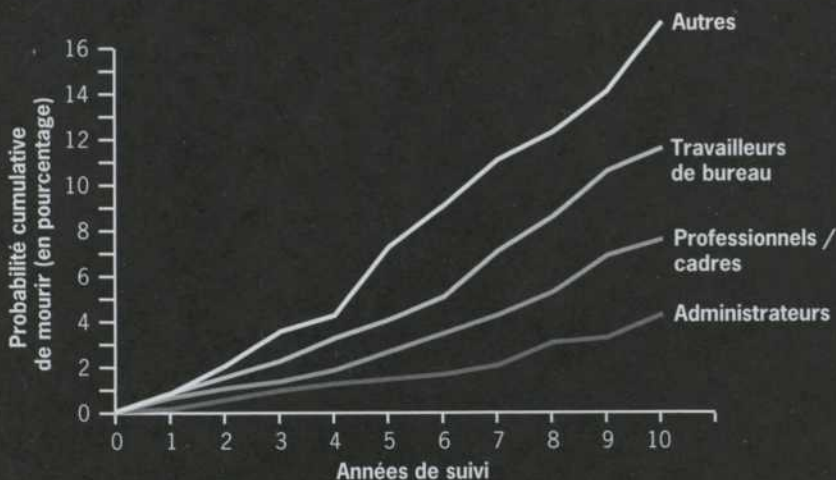


FIGURE 3

**TAUX DE MORTALITÉ, TOUTES CAUSES CONFONDUES,
CHEZ DES FONCTIONNAIRES BRITANNIQUES DE
WHITEHALL (ÂGES DE 40 À 64 ANS)**

On observe que sur une période de dix ans, les hommes mouraient en trois fois plus grand nombre parmi les travailleurs manuels et de bureau que parmi le personnel professionnel ou administratif. Cette observation suggère un processus étiologique non spécifique, corrélé avec la position de l'individu dans la hiérarchie et qui peut s'exprimer à travers un ensemble de maladies.



Ce ne sont pas les pays qui ont le plus de médecins et de lits d'hôpitaux qui ont les meilleurs indicateurs de santé.

qui y sont faits? C'est là une question de plus en plus fondamentale pour bon nombre de chercheurs et de chercheuses, dont les membres de notre équipe.

Depuis un demi-siècle, les sociétés ont misé sur les services de soins. Ce qui était perçu comme bon pour les médecins et les malades, était perçu comme bon pour la nation. Les gouvernements n'ont eu de cesse d'investir massivement dans les services médicohospitaliers et d'en garantir l'accessibilité par des régimes universels d'assurance.

Le résultat? Un paradoxe. Logiquement, on devrait s'attendre à ce que plus un pays investit dans les soins, meilleurs soient ses indicateurs de santé. Tel ne semble pourtant pas le cas. Si l'on compare les pays les uns avec les autres, les études montrent qu'il n'y a pas de corrélation statistique entre les dépenses de soins per capita et divers indicateurs de performance comme le taux standardisé de mortalité causée par des maladies traitables, l'espérance de vie, l'espérance de vie en bonne santé ou divers taux de morbidité.

Ainsi, que l'on investisse dans la santé 1000 \$ US per capita comme au Japon, 1500 \$ US comme au Canada ou 2000 \$ US comme aux États-Unis, ne change rien à l'espérance de vie. En d'autres mots, ce ne sont pas les pays qui ont le plus de médecins et de lits d'hôpitaux qui ont les meilleurs indicateurs de santé. Le cas le plus frappant est celui du Japon, qui a réussi — malgré de faibles investissements dans les soins ainsi que de faibles ratios médecin-population et infirmière-population — à faire passer l'espérance de vie des hommes de 64 ans en 1955 (le plus bas niveau des pays de l'OCDE) à 76 ans (le plus haut niveau) en 1985. Ce pays détient aussi maintenant la meilleure espérance de vie pour les femmes et un des plus faibles taux de mortalité infantile. De fait, l'espérance de vie au Japon est l'équivalent de celle que nous aurions au Canada si nous réussissions à éliminer toute la mortalité par maladie cardiovasculaire¹ (figure 1).

De même, parmi les pays les plus pauvres, ceux qui ont les meilleurs indicateurs de santé ne sont pas nécessairement les pays ayant le meilleur revenu per capita et les meilleures installations sanitaires. Des pays musulmans riches en pétrole, comme l'Irak, l'Arabie saoudite et le Maroc, réussissent moins bien en termes de santé que des pays plus pauvres (Kerala, Sri Lanka, etc.)².

Si le fait de disposer d'une plus grande quantité de ressources ne semble pas améliorer les indicateurs — certes grossiers, mais usuels — de santé, on pourrait croire que ces investissements entraînent au moins un meilleur

réconfort pour les malades et un plus grand soulagement des symptômes, en particulier de la douleur. Cela est vraisemblable, mais certaines données laissent perplexe. En effet, quand on examine les pratiques médicales, on constate d'étonnantes variations d'une région à une autre et d'un pays à un autre. Par exemple, les pontages aorto-coronariens sont dix fois plus fréquents aux États-Unis qu'en Grande-Bretagne (quatre fois plus au Canada), les hystérectomies et les césariennes sont deux à trois fois plus fréquentes en Amérique du Nord qu'en Europe, sans que l'on puisse démontrer une différence dans la prévalence des problèmes à l'origine de ces pratiques. Ces variations laissent croire que plus un pays investit dans les technologies médicales, plus les médecins les utilisent... sans pour autant avoir des résultats plus positifs. Elles reflètent une incertitude dans la pratique médicale, mais elles soulèvent aussi des questions relatives au rapport coût-bénéfice de différentes pratiques³ (encadré 1).

Enfin, on devrait s'attendre, dans les pays les mieux pourvus, à ce que consommateurs et producteurs de soins soient plus satisfaits. Ici encore, les quelques données existantes sont contre-intuitives. C'est aux États-Unis — là où 14 p. cent de la richesse nationale est consacrée aux soins — que le public serait le plus prêt à reconstruire son système (26 p. cent de la population aux États-Unis contre 5 p. cent au Canada). De surcroît, dans tous les pays, les producteurs de soins se plaignent du manque de ressources pour faire face à des besoins qui semblent indéfiniment expansibles. C'est le cas même aux États-Unis, pays où le système est le plus cher de la planète! Comble du paradoxe, dans tous les pays, même dans ceux où le système de santé coûte deux fois moins cher qu'aux États-Unis (p.ex., la Grande-Bretagne), on craint que le système ne fasse « sauter la banque »!

Le système de soins commence donc à se heurter à une sorte de loi des rendements décroissants, où chaque nouveau dollar investi semble rapporter moins en résultats tangibles que les dollars préalablement investis. En fait, les chercheurs commencent à se demander s'il ne faudrait pas remettre en question la croyance très répandue selon laquelle l'augmentation du volume de la recherche biomédicale et du nombre de services médicaux améliore la santé de la population. Investir davantage dans les soins ne semble pas éliminer plus de mortalité prématurée.



LA SANTÉ, PAR DELÀ LES MÉDECINS ET LES HÔPITAUX

Bien que l'estime populaire dont elle bénéficie soit sans doute exagérée, la médecine moderne a une efficacité technique incontestablement plus grande qu'il y a quelques décennies. Ce dont la médecine moderne a un urgent besoin, cependant, c'est d'évaluations fines et circonstanciées de l'efficacité de chacune de ses procédures. C'est ce à quoi s'emploient de nouvelles traditions de recherche (épidémiologie clinique, évaluation de technologies, étude des variations géographiques de la pratique médicale, etc.). Avec ces nouveaux outils, les organismes gestionnaires souhaitent développer de meilleurs contrôles sur la pratique médicale de même que des guides et protocoles de pratique.

Les nouvelles traditions de recherche sont nécessaires et essentielles, ne serait-ce que pour des raisons économiques, mais elles ne sont pas suffisantes. Si toutes les technologies médicales étaient évaluées, la santé de la population n'en serait pas améliorée pour autant.

Les travaux de démographie historique ont bien montré que les grands bonds en avant en matière de santé ne sont pas attribuables à l'amélioration des technologies médicales. Les très fortes réductions de mortalité causée par les maladies infectieuses au cours des deux derniers siècles en Grande-Bretagne⁴, et du dernier siècle aux États-Unis⁵, se sont produites avant le développement de thérapies médicales efficaces.

Par exemple, comme le montre la figure 2, si le taux de mortalité causée par la tuberculose a chuté de façon importante après la découverte d'un traitement efficace (antibiotiques) de cette maladie (1944), cela ne saurait

1. Les médecins et la prescription de neuroleptiques

Comment les médecins prennent-ils des décisions concernant la prescription de neuroleptiques quand un effet grave, comme la dyskinésie tardive (pathologie se traduisant par une difficulté des mouvements), est associée à l'ingestion prolongée de cette médication? Une première étude, effectuée par David Cohen, chercheur au GRASP, a montré qu'il existe des différences dans les pratiques de prescription de neuroleptiques entre des psychiatres et des omnipraticiens américains s'occupant de patients psychiatriques chroniques: même si les deux groupes voyaient essentiellement des patients de même type, les psychiatres utilisaient des doses nettement plus élevées. Ce genre de différence associée à la spécialité médicale n'ayant pas été rapportée auparavant, la recherche a été poursuivie au Québec. Les résultats préliminaires confirment non seulement les résultats, mais aussi le fait qu'il existe de nettes différences entre ces deux spécialités quant à leurs sources d'information sur les neuroleptiques, leur appréciation des facteurs de risque propres aux dyskinésies tardives et leurs stratégies générales de prescription de ces médicaments. Bien que la sociologie des maladies iatrogéniques (provoquées par la médecine) en santé mentale mette en évidence l'importance de facteurs socio-politiques et économiques (p. ex., pressions des compagnies pharmaceutiques ou des familles de malades), la prévention de ces troubles doit également tenir compte des facteurs reliés à la formation des médecins.

2. L'alcoolisme comme phénomène social

La consommation d'alcool constitue actuellement un des principaux problèmes de santé et de sécurité publique au Québec. Toutefois, si les déterminants psychologiques et génétiques de l'alcoolisme ont été abondamment étudiés, la dimension sociale est souvent négligée. Pourtant, la consommation d'alcool est avant tout un phénomène social: 77 p. cent des Québécoises et Québécois ne consomment jamais d'alcool quand ils sont seuls ou en compagnie de personnes qui n'en consomment pas. Les recherches effectuées par Andrée Demers, du GRASP, permettent de rompre avec la vision pathologique de l'alcoolisme. Quel est le rôle de l'alcool dans notre société? Quelles représentations collectives y sont associées? Quelle influence exercent les partenaires de consommation? Les résultats montrent que les personnes pour lesquelles l'alcool a une fonction compensatoire ou non inhibitrice ont plus tendance à développer une consommation à risque, que celles pour qui l'alcool est davantage associé à la relaxation ou à la socialisation. En ce qui concerne l'influence des partenaires, les travaux font ressortir une forte influence de ces personnes chez les plus jeunes consommateurs (moins de 30 ans, surtout chez les hommes). Passé cet âge, cette influence disparaît presque totalement.

expliquer, toutefois, la baisse plus spectaculaire survenue au siècle précédent. Il est clair que «quelque chose» d'autre que la médecine a permis la réduction de la tuberculose. Et ce «quelque chose» a à voir avec l'amélioration de la nutrition, avec l'espacement des naissances et avec les conditions d'hygiène (égouts, approvisionnement en eau potable, etc.).

Le point central n'est pas que la médecine est inutile, bien au contraire. La médication et la vaccination ont énormément contribué à la réduction des maladies infectieuses. Mais ce sont des facteurs sociaux qui ont été les plus importants déterminants de cette baisse! Cela a été vrai dans le passé pour des pathologies d'origine infectieuse. Cela sera sans doute encore vrai dans l'avenir pour les maladies dites «chroniques» (de cœur, cancer, etc.).

De même, au moment de l'introduction des régimes universels d'assurance-maladie après la Deuxième Guerre

mondiale, on croyait que de telles mesures réduiraient à néant les inégalités sociales en matière de santé: les plus pauvres pouvant avoir accès aux médecins et aux hôpitaux, ils pourraient rattraper le niveau de santé des couches plus aisées de la population et, après un certain temps, éprouver moins de besoins en services de soins...

Là encore, cette croyance s'est révélée sans aucun fondement. Dans certains pays, l'écart de mortalité entre les couches inférieures et supérieures s'est même *accentué* depuis la dernière guerre. En fait, dans tous les suivis longitudinaux de populations, on constate un *gradient de santé*: les mesures de mortalité comme de morbidité suivent en escalier la statut socio-économique de la population. Plus on est élevé dans la hiérarchie des revenus, moins grande est la mortalité, plus longue est l'espérance de vie et plus longue est l'espérance de vie en bonne santé. Ce gradient a été observé dans tous les pays du monde,

mais avec une amplitude qui varie. Le gradient est présent pour toutes les causes de mortalité, qu'elles soient liées ou non aux mauvaises habitudes de vie (tabac, alimentation, etc.).

Il semble donc y avoir «quelque chose» qui est associé à la position dans la hiérarchie, qui prédispose à la maladie et à la mort prématurée, et que la médecine ne peut guérir. Par exemple, une étude menée auprès de fonctionnaires britanniques de Whitehall^{6,7} a montré que sur une période de dix ans, les hommes âgés de 40 à 64 ans mouraient en *trois fois* plus grand nombre parmi les travailleurs manuels et de bureau que parmi le personnel professionnel ou administratif (*figure 3*). Il est important de savoir qu'il ne s'agissait aucunement là d'une population pauvre ou exposée à des risques environnementaux importants, mais de classes moyennes et supérieures.

Cette étude a été corroborée par plusieurs autres analyses faites ailleurs dans le monde (pour le Canada, voir Wolfson *et al.*⁸). Ces observations suggèrent un processus étiologique non spécifique, corrélé avec la position de l'individu dans la hiérarchie et qui peut s'exprimer à travers un ensemble de maladies. C'est comme si ce «quelque chose» choisissait des chemins biologiques différents pour atteindre les individus.

3. L'organisation de la prévention des accidents du travail et ses résultats

Traditionnellement, les rapports entre employeurs et travailleurs ont été vus et vécus comme un jeu à somme nulle selon lequel tout gain important d'influence et de pouvoir par les travailleurs et leurs représentants réduisait d'autant le pouvoir des gestionnaires, et conséquemment l'efficacité des organisations. C'est au nom de cette conception «économiste» du pouvoir que les porte-parole du patronat se sont opposés en 1979 aux mesures de la réforme du régime de prévention (*Loi sur la santé et la sécurité du travail*), qui accordaient aux travailleurs et aux travailleuses des moyens accrus de participation et d'influence en matière de santé-sécurité du travail. Or des recherches effectuées par Marcel Simard et Alain Marchand, du GRASP, auprès d'un grand nombre d'entreprises montrent au contraire que les entreprises les plus performantes sur le plan de la prévention des accidents du travail sont celles qui s'orientent vers une gestion participative et très décentralisée de la santé-sécurité. De plus, l'accroissement de l'influence et du pouvoir des travailleurs et des travailleuses qui résulte d'une telle gestion tend à accroître plutôt qu'à réduire l'influence des cadres supérieurs sur ces questions, ce qui suggère que ces rapports fonctionnent selon une logique de jeu à somme non nulle. En fait, tout indique qu'en redistribuant ainsi le pouvoir, ces entreprises gagnent un contrôle accru sur les multiples facteurs d'accident, ce qui explique leur efficacité plus grande à en réduire la fréquence.

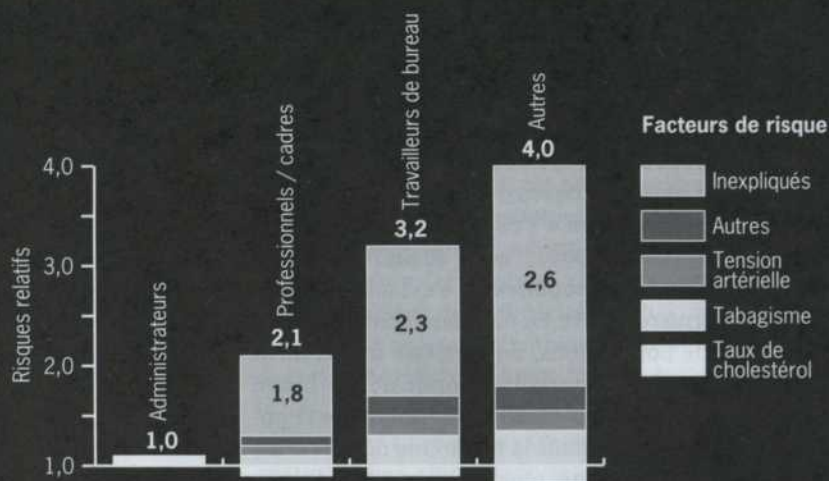


FIGURE 4

MORTALITÉ À LA SUITE DE MALADIES CARDIOVASCULAIRES CHEZ DES FONCTIONNAIRES BRITANNIQUES DE WHITEHALL

La mortalité à la suite de maladies cardiovasculaires suit en gradient le statut socio-économique de la population. On observe, de plus, que le taux de mortalité imputable à l'un ou à l'autre des facteurs de risque connus (tabagisme, cholestérol, tension artérielle et autres) est moins important que celui attribuable à un « quelque chose » d'inexpliqué.

PAR DELÀ LES HABITUDES DE VIE

Bien qu'historiquement, on ait confié à la médecine le soin d'assurer la santé de la population, dans les faits, c'est de maladies que les médecins s'occupent. La persistance du gradient de santé montre que la maladie n'est pas liée au hasard, mais à « quelque chose » dans l'environnement social, économique et culturel des gens.

C'est cette intuition de l'existence de plusieurs déterminants de la santé, qu'a conceptualisée — pour la première fois dans le monde — le rapport Lalonde, *Une nouvelle perspective de la santé des Canadiens*⁹. Ce document a mis en lumière le fait que les soins de santé ne sont qu'un seul des quatre déterminants de la santé (la biologie, l'environnement, les habitudes de vie et les soins).

À la suite de la publication de ce document, on a insisté sur les mauvaises habitudes de vie (tabac, alcool, sédentarité, etc.) comme causes des maladies. Dans cette vision des choses, l'idée que les gens soient responsables de leur santé et que ce soit un peu de leur faute s'ils « tombent » malades, est implicite. Cela est bien sûr en partie vrai, mais pas autant qu'on l'a cru pendant un certain temps (encadré 2).

En effet, les mauvaises habitudes de vie suivent aussi en gradient le statut socio-économique. Par exemple, il est maintenant largement démontré que le tabac tue. Cependant, pourquoi un individu se priverait-il du plaisir de fumer si par ailleurs sa vie est ennuyeuse, son travail

aliénant et que ses perspectives d'avenir sont déprimantes ou inexistantes? Il s'agit là d'une échappatoire, certes dangereuse mais agréable, face au stress et à l'ennui de la vie quotidienne.

Enfin, fait encore plus troublant, les études montrent que si toute la population adoptait un genre de vie raisonné, conforme à la nature scientifiquement comprise (particulièrement en ce qui a trait à l'alimentation, au tabac et à l'alcool), l'espérance de vie serait certes allongée, mais le gradient d'état de santé entre les diverses classes sociales persisterait. C'est donc dire que la bonne santé n'est pas qu'une affaire d'habitudes de vie.

Comme le montre la figure 4, la mortalité à la suite de maladies cardiovasculaires suit en gradient le statut socio-économique de la population. Ce graphique montre également que le taux de mortalité imputable à l'un ou à l'autre des facteurs de risque connus (tabagisme, cholestérol, tension artérielle et autres) est moins important que celui attribuable à ce « quelque chose » d'inexpliqué dont nous avons déjà parlé. En d'autres mots, si l'on arrivait à corriger ces facteurs de risque, il se produirait une réduction importante de la mortalité, mais le gradient persisterait.

UNE QUESTION DE QUALITÉ D'ENVIRONNEMENT SOCIAL

Qu'est-ce qui se cache derrière le gradient de santé? Quel est ce « quelque chose » qui semble si fortement influencer sur la santé? On commence à soupçonner que c'est dans l'environnement social, économique et culturel de l'individu que se trouvent certains des secrets les plus méconnus de sa longévité et de sa bonne santé. En particulier, les moyens qu'utilise une personne pour faire face aux stress de la vie seraient fondamentaux. Ces moyens sont associés à l'estime de soi et au sentiment de contrôle, deux facteurs qui varient directement en fonction du statut socio-économique.

L'étude comparée de la mortalité dans divers pays montre que plus un pays est prospère et plus sa structure sociale redistribue les bénéfices de cette prospérité, plus élevés sont le sentiment de contrôle et l'estime de soi de ses citoyens, et meilleure est leur santé. De même, plus un pays investit de ressources dans l'éducation, de manière équivalente pour les hommes et pour les femmes, plus ses citoyens se sentent en contrôle de leur devenir et meilleure est leur santé.

L'étude portant sur des fonctionnaires de Whitehall montre que plus quelqu'un est élevé dans la hiérarchie de l'emploi, que plus il a un sentiment de contrôle sur son travail et que plus il trouve que son travail est varié, alors plus il se sent stimulé et en santé. L'équipe de recherche a également constaté que chez tous les fonctionnaires, il y avait une augmentation de la pression sanguine en arrivant au travail mais que, phénomène bizarre, au retour

On commence à soupçonner que c'est dans l'environnement social, économique et culturel de l'individu que se trouvent certains des secrets de sa longévité et de sa bonne santé.

à la maison, la pression avait tendance à chuter beaucoup plus chez les personnes placées en haut de la hiérarchie que chez celles en bas, comme si les hauts fonctionnaires arrivaient mieux à s'affranchir des tensions ambiantes.

L'organisation du travail est un autre élément important. Ainsi, une étude montre que les individus les plus à risque de développer un problème cardiaque, ceux qui expérimentent les stress les plus dommageables, sont ceux dont le travail impose des demandes imprévisibles et incontrôlables, avec peu ou pas de marge de manœuvre pour y répondre¹⁰. Ce n'est pas le fait d'avoir un travail exigeant qui est dangereux pour la santé, mais bien d'avoir un travail exigeant en l'absence de ressources pour y faire face. S'il y a beaucoup de support et d'amitié sur les lieux de travail, les effets sont beaucoup moins grands (*encadrés 3 et 4*).

Ces hypothèses soulèvent une question centrale : quels sont les mécanismes par lesquels le social interagit avec le biologique ? L'environnement social n'a certes pas un effet miraculeux sur le corps, et l'on comprend de mieux en mieux comment le système nerveux joue un rôle clé de médiateur vers les autres systèmes biologiques (endocrinien, immunitaire, sanguin, etc.).

Par exemple, Robert M. Sapolsky a montré que certains babouins mâles dans la jungle du Kenya avaient une bien meilleure santé que d'autres¹¹. Il a montré aussi qu'une hiérarchie sociale existe chez les babouins et que la caractéristique centrale des babouins dominants — et en meilleure santé — est la capacité de leur système endocrinien de retourner plus rapidement à la normale après une période de stress, contrairement aux babouins dominés, qui restent complètement dans un état d'anxiété.

Ce même chercheur a démontré, en laboratoire, que les stress les plus nocifs ne sont pas ceux qui résultent de crises : nous savons tous comment réagir à une crise¹². Les stress qui affectent le plus la santé sont ceux qui sont les plus ressentis subjectivement et qui perdurent dans le temps. Il a décrit comment le stress, tel que perçu par l'hypothalamus, agit sur l'hypophyse, qui à son tour agit sur les glandes surrénales qui élèvent le niveau de glucocorticoïdes. Or c'est l'élévation persistante du niveau de glucocorticoïdes qui est dommageable.

Les effets sont nombreux : sur la digestion, sur la libido, sur l'énergie vitale, sur la tension artérielle. D'autres sont encore peu connus : les effets sur le système immunitaire et sur la mort neuronale, qui entraînent un vieillissement prématuré et éventuellement la mort.

Plus on est haut dans la hiérarchie, plus on arrive facilement à baisser le niveau de glucocorticoïdes après un stress aigu. La place dans une hiérarchie n'est pas le seul facteur. Encore plus importante est la société dans laquelle cette hiérarchie existe : être dominant dans une société en rébellion n'est certes pas bon pour la santé. Et être dominé dans une société qui protège ses membres les plus



4. Autonomie et pouvoir au travail : des vecteurs de santé

Le pouvoir des travailleurs et des travailleuses est non seulement un facteur de sécurité au travail, mais il est aussi un élément de santé mentale au travail. En effet, des recherches menées par Marie-Claire Carpentier-Roy, du GRASP, dans différents secteurs d'emploi permettent d'établir l'importance du registre symbolique et des vecteurs qui le construisent, comme l'autonomie et le pouvoir au regard de la santé mentale au travail. Une plus grande liberté au travail et un plus grand pouvoir par rapport à la tâche sont deux éléments très liés à la santé des personnes, et, du coup, à la santé de l'institution. Chez les infirmières, par exemple, malgré une charge physique de travail parfois très lourde, c'est dans les unités où se conjuguent autonomie, responsabilité et contrôle (par rapport à l'acte de nursing et aux protocoles de prévention) qu'on trouve une plus grande satisfaction et un plus grand investissement dans le travail, lequel, parce que valorisant, assure et la santé mentale des infirmières et le fonctionnement efficace de ces unités de travail. Les résultats des études faites auprès des enseignants et des enseignantes vont dans le même sens et démontrent l'importance du mode de gestion : plus une organisation du travail est souple et plus elle fait appel à la culture de métier, plus les personnes sont en bonne santé mentale et plus l'institution fonctionne efficacement.

Est-il vraiment préférable de continuer à élargir la place des médecins et des hôpitaux plutôt que de tenter des innovations sociales?

vie sont essentielles pour la santé future de l'adulte. Un tel choix, bien entendu, fait intervenir des critères médicaux, mais il pose également de graves dilemmes moraux et sociaux¹⁵.

Dans ce contexte, de nouveaux choix collectifs s'imposent. Faut-il investir dans toute nouvelle technologie médicale efficace? Investir dans une médication coûteuse ou une chirurgie complexe, apparaît sans doute plus concret et plus immédiatement utile que d'investir dans les garderies, les écoles, les milieux de travail, le système de redistribution du revenu, bref «l'environnement social», un domaine forcément plus flou et moins balisé scientifiquement que la technologie médicale. Mais est-ce que cela est bien vrai? Est-il vraiment préférable de continuer à élargir la place des médecins et des hôpitaux plutôt que de tenter des innovations sociales? De telles innovations sont-elles vraiment possibles? Si l'on contraint l'expansion du système médicohospitalier, encore faut-il s'assurer que les nouveaux investissements, ainsi rendus possibles, soient efficaces.

Comme le dit le proverbe américain, «*if there is a will, there is a way*». L'exemple le plus frappant est celui de l'industrie automobile. Qui eut cru, il y a 20 ans, qu'il aurait été possible de transformer radicalement la chaîne de montage — symbole par excellence du XX^e siècle industriel — pour que le travail y soit moins abrutissant, mieux rémunéré, les pertes de matériaux moins grandes, les automobiles de meilleure qualité, tout cela à meilleur coût? C'est pourtant ce que les Japonais ont réussi à faire et à enseigner au reste du monde. Pour y arriver, il aura fallu que M. Toyoda, accompagné de son ingénieur-chef, visite Détroit dans les années 50, se scandalise de la faible productivité de la main-d'œuvre, et décide qu'il fallait absolument démocratiser la chaîne de montage et mieux régulariser l'approvisionnement en matériaux¹⁶. Les effets de ces changements sur la santé n'ont pas été étudiés systématiquement mais il est vraisemblable qu'une culture comme celle du Japon, qui a, dans tous les secteurs, rejeté les aspects les plus abjects du taylorisme et du fordisme, soit aussi une culture — malgré ses autres travers — qui génère la bonne santé (encadré 6).

S'il a été possible d'éliminer les aspects aliénants de la chaîne de montage, des expérimentations montrent qu'il est aussi possible de renverser l'effet du destin pour ceux et celles qui ont le malheur de naître au bas de l'échelle sociale, et dès lors, qu'on peut atténuer le gradient de santé. Les résultats de certains programmes d'enrichissement préscolaire pour les enfants de milieu défavorisé

aux États-Unis sont à cet égard saisissants : on a noté chez les enfants qui y ont participé une meilleure scolarisation, de meilleurs emplois, moins de criminalité, moins de grossesses à l'adolescence et moins de toxicomanie, que chez leurs compagnons et compagnes qui n'avaient pas été choisis pour participer à ce programme¹⁷. De même, les pays qui ont eu des politiques explicites d'ajustement de la main-d'œuvre aux cycles économiques, comme ceux



5. Le retour des patients psychiatriques dans la communauté

En 1961, à l'aube de la Révolution tranquille, le livre *Les Fous crient au secours* de Jean-Charles Pagé, un ex-patient psychiatrique, critique les méthodes inhumaines du traitement asilaire. La remise en question de cette forme de prise en charge ouvre la voie à la désinstitutionnalisation, soit le retour des patients psychiatriques dans la communauté. Chaque année, 75 p. cent des admissions en psychiatrie sont, en fait, des cas de réadmission de patients qui ne trouvent pas au sein de la communauté l'accueil et les ressources nécessaires pour répondre à leurs besoins particuliers. Des recherches menées par Henri Dorvil, du GRASP, montrent que la population tend plus à accepter le déficient intellectuel que le patient psychiatrique parce que ce dernier est perçu comme plus déviant. Les employeurs sont également plus tolérants face à l'intégration au travail des personnes «déficiences intellectuelles» que face à l'intégration au travail des personnes victimes de «maladie mentale». Les recherches montrent toutefois que le fait de côtoyer des personnes handicapées tend à améliorer la représentation sociale de la maladie mentale.

Une autre chercheuse du GRASP, Deena White, a montré que la désinstitutionnalisation ne prend pas le même sens selon les modèles de concertation interorganisationnelle et interprofessionnelle qui se développent dans une communauté donnée. Ces modèles sont le résultat des dynamiques sociales et des ressources propres à chaque communauté. Par exemple, un même plan régional d'organisation des services peut permettre, au sein d'une même région, le développement de ressources communautaires, alors que dans une autre, les ressources institutionnelles prévaudront.

6. Vieillesse collective et organisation du travail

Les premiers *baby-boomers* ayant maintenant franchi le cap de la mi-quarantaine, le vieillissement démographique ne se limite plus à la proportion des 65 ans et plus. L'enjeu englobe maintenant le vieillissement de la population active. Cependant, la plupart des milieux de travail accordent si peu d'importance à l'avance en âge de leurs personnels et à leur vieillissement collectif que cette réalité s'y vit sous forme de pathologies individuelles ou d'exclusion du milieu du travail. Ainsi, les recherches d'Hélène David, du GRASP, montrent que le plus souvent, ce n'est pas la santé d'une personne qui explique sa mise à la retraite prématurée, mais bien des pratiques particulières des entreprises. Pourtant, le travail étant, dans de bonnes conditions, un facteur de santé, de telles pratiques posent un problème majeur dans une société où la main-d'œuvre est vieillissante.

7. Technologies médicales et changements de valeurs

Depuis les années 1980, sans que les questions d'efficacité, d'équité ou de coûts des technologies médicales aient été résolues, un nouveau questionnement prend forme : celui au sujet de la conformité des développements technologiques en médecine avec les valeurs de la société. Le diagnostic prénatal (DPN) représente une de ces technologies au cœur des débats sociaux contemporains. Jusqu'à quel point l'avortement de fœtus présentant une quelconque anomalie est-il acceptable ? Une enquête effectuée par Marc Renaud et Louise Bouchard auprès de 3000 médecins canadiens et de 1000 médecins français montre que les attitudes des médecins sont très partagées. Leurs lignes de conduite reposent peu sur des considérations scientifiques ou médicales. Elles sont surtout influencées par leur culture. De tous les médecins interrogés, ceux de France comme les anglophones du Québec sont les plus libéraux. Au Canada, c'est au Québec que les médecins veulent le plus utiliser les techniques de DPN et sont le plus favorables à l'avortement après la détection d'une anomalie fœtale, alors que ceux de la Saskatchewan sont les plus radicalement contre l'avortement. La culture du médecin colore également la perception qu'il ou elle a de son rôle devant l'ambivalence des patients : celui de France est de loin le plus directif alors que l'anglophone du Québec est le moins directif. Ce contexte d'incertitude rend presque impossible l'élaboration de politiques uniformisantes.

qui ont manifesté une volonté ferme et soutenue de valoriser l'école en milieu défavorisé de manière à égaliser les chances, sont des pays où le gradient de santé est moins prononcé¹⁸.

Les technologies médicales sont ainsi entrées, et probablement pour toujours, dans l'ère du soupçon : le soupçon qu'elles ne soient parfois pas conformes aux valeurs et à la vision du monde de la majorité de la population; et le soupçon qu'elles « volent » des ressources rares à des secteurs qui sont bien plus importants que les soins de santé pour le bien-être de la population (encadré 7).

En matière de santé, avec l'appauvrissement collectif qui est le nôtre et les développements technologiques en médecine, nos sociétés sont confrontées à des dilemmes déchirants. Faut-il continuer à investir toujours plus dans les soins, avec l'espoir que quelques-uns en bénéficieront rapidement ? Ou faut-il investir dans des innovations sociales, dont les bénéfices pourront être majeurs pour l'ensemble de la collectivité mais seulement après une ou deux décennies d'expérimentation ? Il ne s'agit pas là du débat classique entre le secteur « médical » et le secteur « social », ni entre le « préventif » et le « curatif », mais d'un débat nouveau entre le développement du système de soins et les interventions sur les autres « déterminants » de la santé, entre une politique de soins et une politique de santé.

RÉFÉRENCES

1. MARMOT, M.G. et SMITH, G.D. « Why are the Japanese living longer? », *British Medical Journal*, vol. 299, p. 1547-51, décembre 1989.
2. CALDWELL, J.C. « Routes to low mortality in poor country », *Population and Development Review*, vol. 12, n° 2, juin 1986, p. 171-220.
3. MCPHERSON, K. « Variation entre pays des pratiques médicales » dans *Les Systèmes de santé à la recherche d'efficacité*, Paris, OCDE éditeur, 1990, vol. 7, p. 17-30.
4. MCKEOWN, T. *The Role of Medicine: Dream, Mirage, or Nemesis?*, Princeton, Princeton University Press, 1979.
5. MCKINLAY, J. et MCKINLAY, S. « The questionable contribution of medical measures to the decline of mortality in the twentieth century », *The Milbank Quarterly*, vol. 55, 1977, p. 405-428.
6. MARMOT, M.G. « Social inequalities in mortality: the social environment » dans Wilkinson RG, éditeur, *Class and Health*, Londres, Tavistock Publications, 1986, p. 21-33.
7. MARMOT, M.G. et THEORELL, T. « Class and cardiovascular disease: the contribution of work », *Int. J. Health Services*, vol. 18, 1988, p. 659-674.
8. WOLFSON, M. et al. « Career earnings and death, a longitudinal analysis of older Canadian men », *Journal of Gerontology*, vol. 48, n° 4, 1993, p. S167-S179.
9. LALONDE, M. *Une nouvelle perspective de la santé des Canadiens*, Ottawa, Gouvernement du Canada, 1974.

10. KARASEK, R. et THEORELL, T. *Healthy Work: Stress, Productivity and the Reconstruction of Working Life*, New York, Basic Books, 1990.
11. SAPOLSKY, R.M. «Stress in the wild», *Scientific American*, janvier 1990, p. 116-123.
12. SAPOLSKY, R.M. *Stress, the Aging Brain, and the Mechanisms of Neuron Death*, Cambridge, The MIT Press, 1992.
13. KUHN, T.S. *La Structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, 1972.
14. EVANS, R.G. et STODDART, G.L. «Producing health, consuming health care», *Social Science and Medicine*, vol. 31, n° 12, 1990, p. 1347-1363.
15. DUBOS, R. *L'Homme et l'adaptation au milieu*, Paris, Payot, 1973, p. 422.
16. WOMACK, J.P. *The Machine that Changed the World*, Boston, Rawson & Ass., 1990.
17. BERUETA-CLEMENT, J.R. et al. *Changed Lives: the Effects of the Perry Preschool Program on Youths Through Age 19*, The High Scope Press, 1984.
18. EVANS, R.G. et al. *Why are Some People Healthy and Others Not?*, Aldine, à paraître, 1994.

Marc Renaud est professeur et chercheur en sociologie de la santé à l'Université de Montréal. Il a créé, en 1984, le Groupe de recherche sur les aspects sociaux de la prévention (GRASP), qui compte aujourd'hui neuf chercheurs et chercheuses de différentes disciplines de sciences sociales, auxquels sont associés une cinquantaine d'étudiants diplômés, stagiaires postdoctoraux, agents et auxiliaires de recherche, de même que des chercheurs étrangers en visite à Montréal. Marc Renaud est membre du programme sur la santé des populations de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), un institut de recherche à la fine pointe des connaissances, tant en sciences naturelles qu'en génie et en sciences sociales. Ce programme a permis d'élaborer un cadre conceptuel pour l'étude des déterminants de la santé et a influé sur différentes politiques en matière de santé à travers le Canada: au Québec, en Colombie-Britannique, au Manitoba, au Nouveau-Brunswick et en Ontario.

Louise Bouchard est associée professionnelle de recherche au GRASP.



L'Acfas

OFFRE DES AVANTAGES À SES MEMBRES:

Être membre de l'Acfas donne
droit à certaines réductions:

- ★ **15 % de réduction** sur les livres de la collection
Les Cahiers scientifiques de l'Acfas
- ★ **25 % de réduction** à l'achat de lunettes de prescription (verres et montures), lentilles cornéennes ou lunettes solaires chez:
D' G. Mazigi, optométriste
420, rue Jean-Talon Est
Montréal
Tél.: (514) 277-3409
(valable aussi pour votre famille immédiate)
- ★ **10 % de réduction** sur les disques compacts et **20 %** sur les livres, à l'exception des prix déjà réduits, des livres techniques et scolaires chez:
Librairie Champigny
4380, rue St-Denis
Montréal
Tél.: (514) 844-2587
- ★ **10 % de réduction** sur tout volume à prix régulier (prix de catalogue) qui se trouve en librairie chez:
Librairie La Liberté
Centre Innovation
2360, chemin Sainte-Foy
Québec
Tél.: (418) 658-3640
- ★ **Jusqu'à 25 % de réduction** sur le tarif habituel de location (occupation simple ou double, 49 \$ ou 59 \$ selon la saison – possibilité d'occupation triple ou quadruple avec un supplément de 7 \$ / personne) à:
Hôtel Arcade
50, boul. René-Lévesque Ouest
Montréal
Tél.: (514) 874-0906
(spécifier tarif corporatif pour l'Acfas au moment de la réservation)
- ★ **Réduction** pour location de voiture chez:
TILDEN
Tél.: 1-800-361-5334
(tarif corporatif / rabais-hôtels)
Demander votre auto-collant TILDEN au secrétariat de l'Acfas.

D'autres avantages sont actuellement négociés;
ils seront annoncés ultérieurement.

Pour bénéficier de ces avantages, présentez votre carte de membre. Celle-ci est envoyée en même temps que le reçu attestant le paiement de l'abonnement à *Interface*.

**L'abonnement à *Interface* comprend
l'adhésion à l'Association canadienne-française
pour l'avancement des sciences.**



Enquête

sur le mercure

du Moyen-Nord québécois

par Christian Benoit et Marc Lucotte



Tout le monde a entendu parler
des Cris qui ne pouvaient manger

le poisson pêché dans les réservoirs hydro-électriques sans risques d'intoxication. Nous connaissons également la série d'ennuis qu'a éprouvés Hydro-Québec avec les groupes environnementaux américains. De fait, le mercure du Nord québécois n'est pas une invention des écologistes, mais une triste réalité. D'où vient ce mercure? Comment se retrouve-t-il dans l'environnement et plus tard dans le poisson? Les découvertes récentes effectuées par les scientifiques de la Chaire de recherche en environnement Hydro-Québec – CRSNG – UQAM apportent un éclairage nouveau sur les causes de la présence de mercure dans les réservoirs du Moyen-Nord québécois.

PHOTO: PIERRE FERLAND, GÉOTOP, UQAM

CHRISTIAN BENOIT EST
ETUDIANT À LA MAÎTRISE
EN SCIENCES DE
L'ENVIRONNEMENT À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
À MONTRÉAL (UQAM).
MARC LUCOTTE EST
CHERCHEUR À LA CHAIRE
DE RECHERCHE EN
ENVIRONNEMENT HYDRO-
QUÉBEC - CRSHG - UQAM.

D'abord, les faits : depuis une dizaine d'années, Hydro-Québec mesure périodiquement les concentrations en mercure chez les poissons qui habitent les réservoirs du Moyen-Nord québécois. Or les quantités de mercure trouvées dans les grands brochets du réservoir de LG-2 sont passées de 0,5 à 3 ppm (parties par million ou milligrammes par kilo) depuis la mise en eau il y a 14 ans (figure 1)¹. Ces concentrations sont de quatre à six fois plus élevées que celles des grands brochets vivant dans des lacs naturels voisins des réservoirs.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) et le ministère de la Santé du gouvernement fédéral ont fixé à 0,5 ppm la limite maximale de mercure tolérable pour la

commercialisation du poisson. Toutefois, cela ne veut pas dire qu'on ne peut pas manger à l'occasion des poissons ayant un taux de mercure supérieur à cette norme. Il suffit d'en consommer avec prudence, en veillant à ne pas dépasser un certain taux d'ingestion, soit 20 ppm par semaine², au delà duquel le mercure absorbé devient dangereux pour la santé humaine. Deux événements tragiques sont malheureusement là pour nous rappeler ce danger : en 1965, à Minamata au Japon, une cinquantaine de personnes meurent et plusieurs centaines d'autres subissent des dommages irréversibles au système nerveux et à la vision à la suite de l'ingestion répétée de poissons hautement contaminés au mercure par les rejets industriels d'une usine locale. On trouve des concentrations de 80 à 100 ppm dans les cheveux des victimes³, les cheveux étant l'une des principales voies d'excrétion du mercure absorbé par l'organisme (en comparaison, le sang contient 300 fois moins de méthylmercure que les cheveux).

Puis, en 1972, plusieurs dizaines d'Irakiens et Irakiennes meurent après avoir consommé impunément des semences de blé traitées au mercure. Le taux de mercure dans leurs cheveux s'élève à 50 ppm. Au Québec, heureusement, aucun décès n'a encore été causé par l'ingestion de mercure. Les populations autochtones sont très conscientes des risques qu'elles courent et limitent la pêche dans les réservoirs hydro-électriques.

LE CYCLE DU MERCURE

Le mercure est un métal lourd qu'on trouve naturellement dans l'environnement en quantités minimes. Il se présente d'abord sous les formes inorganiques Hg^0 ou Hg^{2+} (dissoutes ou gazeuses), qui sont peu ou ne sont pas assimilables par l'organisme humain. Le mercure est aussi présent sous forme de méthylmercure, un sous-produit de l'activité bactérienne. En dégradant les longues chaînes carbonées, les micro-organismes créent un radical méthyl (CH_3) qui s'associe au mercure (Hg). Cette forme de mercure organique, CH_3Hg , hautement assimilable par les organismes aquatiques et par l'humain, est particulièrement toxique (figure 2).

Le mercure possède deux particularités qui le rendent dommageable pour l'écosystème aquatique et la santé humaine. La première est la *bio-accumulation*, c'est-à-dire l'accumulation du mercure à la suite de l'absorption par l'organisme humain ou animal. En effet, le méthylmercure est retenu à 90 p. cent après son ingestion. Il possède un temps de rétention dans l'organisme d'environ 70 jours mais allant jusqu'à 600 jours chez le poisson. La *bio-amplification* du mercure est l'autre particularité responsable de l'augmentation des concentrations de ce métal lourd tout au long de la chaîne alimentaire. Ainsi, le zooplancton, à la base de cette chaîne, accumule du méthylmercure provenant des bactéries et autres matières

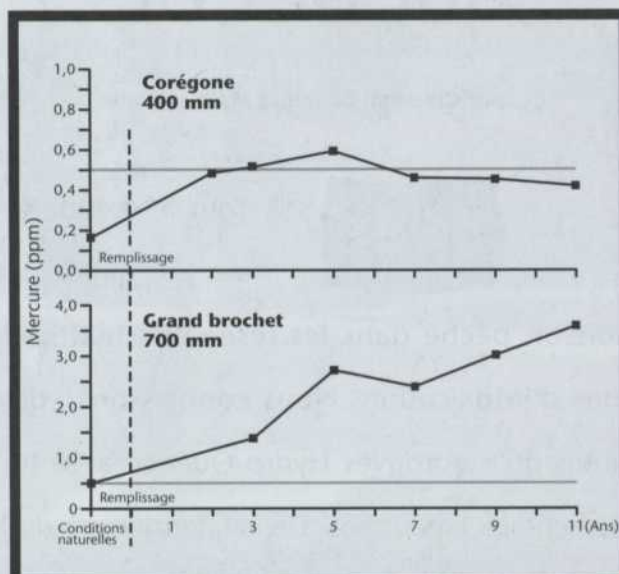


figure 1

ÉVOLUTION DANS LE TEMPS DES CONCENTRATIONS EN MERCURE CHEZ LE GRAND BROCHET ET LE CORÉGONE DANS LE RÉSERVOIR LG-2

Les quantités de mercure trouvées dans le corégone et le grand brochet, deux espèces communément présentes dans les réservoirs, ont sérieusement augmenté depuis la mise en eau de LG-2. Pour le brochet, qui se trouve au bout de la chaîne alimentaire, cette concentration est passée de 0,5 ppm à 3 ppm. De plus, aucune stabilisation n'est observée après 11 ans, contrairement à ce qu'on observe avec le corégone.

organiques détritiques dont il se nourrit. Par la suite, des poissons comme le corégone ingèrent d'importantes quantités de ce plancton chargé en mercure. Enfin, les poissons prédateurs, comme le doré ou le grand brochet, héritent du méthylmercure présent dans tous les organismes plus petits qu'eux dans la chaîne alimentaire. Et ensuite vient le pêcheur...

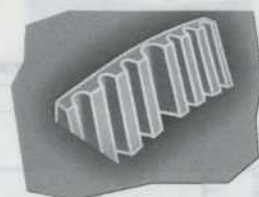
LA POPULATION SOUS SURVEILLANCE

La population du Nord québécois est bien suivie par le ministère de la Santé et des Services sociaux. Pour connaître le taux de méthylmercure d'un individu, on prend un échantillon de ses cheveux, qui poussent au rythme de 1 centimètre par mois et qui reflètent fidèlement son ingestion de méthylmercure.

Comme le montre la figure 3, les hommes et les femmes crûs de 50 à 70 ans constituent le groupe d'âge le plus à risque parce qu'ils et elles ont conservé un mode d'alimentation traditionnel, basé sur une consommation importante de poisson. Les femmes enceintes doivent être particulièrement attentives à leur alimentation, car le mercure s'accumule dans le placenta et se transfère à l'embryon⁴. Toutefois, les concentrations de mercure

trouvées dans les cheveux de ces deux groupes cibles sont de 15 à 27 ppm et restent donc en deçà du seuil d'intervention de 30 ppm adopté par le Grand Conseil cri, selon les recommandations du ministère de la Santé et des Services sociaux.

Ce phénomène d'intoxication potentielle par le mercure a toutefois alerté l'opinion publique au point qu'aujourd'hui, plusieurs s'interrogent quant au bien-fondé de la construction de nouveaux barrages hydro-électriques. La présence de mercure chez les individus et les organismes vivants doit être étudiée afin d'évaluer la situation en toute connaissance de cause. D'ailleurs, avant que nous ne commençons à intervenir dans le dossier des réservoirs hydro-électriques, le mercure était seulement mesurable, donc mesuré, dans les poissons et les cheveux humains, là où il est particulièrement concentré. La provenance et le transfert du mercure dans la chaîne alimentaire restaient des inconnues, et la prédiction de la durée de la contamination des réservoirs par le mercure n'était basée que sur des modèles simplifiés.



Le mercure possède deux particularités qui le rendent dommageable pour l'écosystème aquatique et la santé humaine: la bio-accumulation et la bio-amplification.

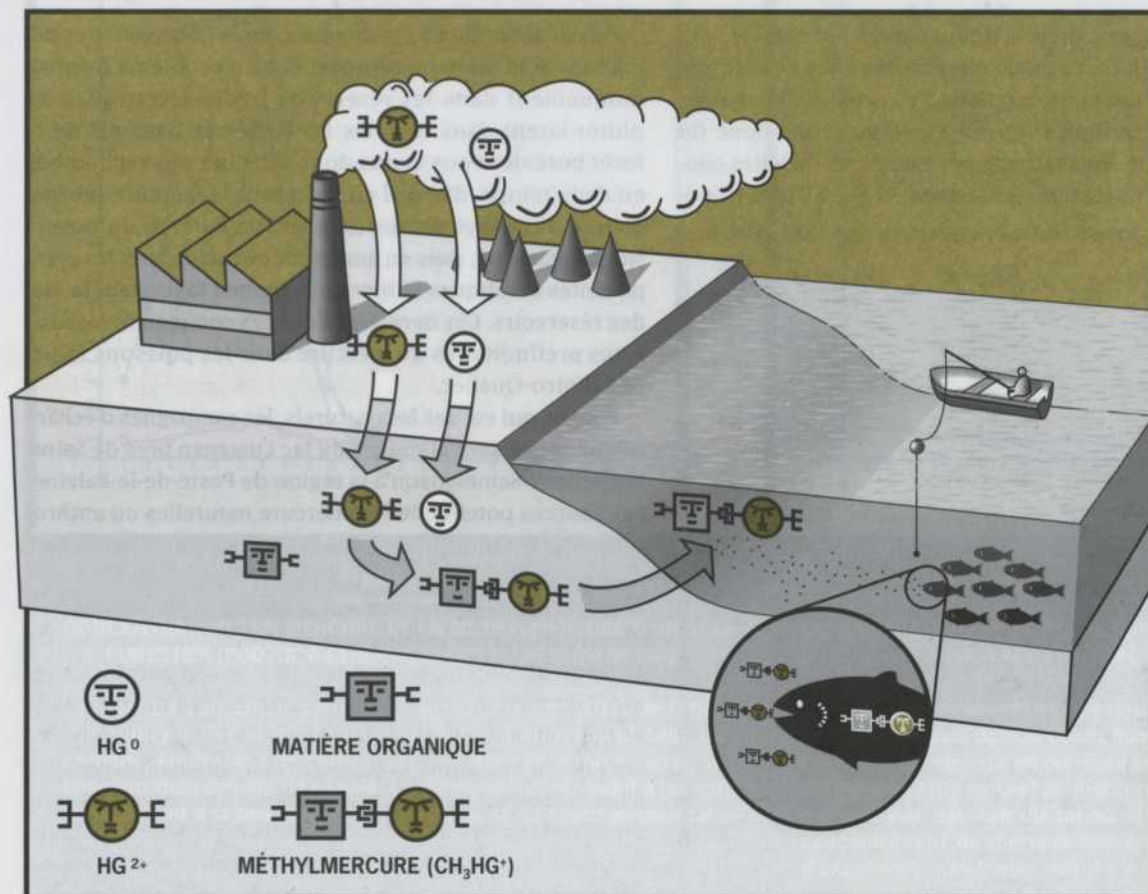


figure 2

CYCLE DU MERCURE

Le mercure naturel et le mercure résultant de l'activité industrielle (anthropique) se retrouvent dans la nature (sols forestiers, puis lacs après lessivage des sols) sous plusieurs formes. Ils existent tout d'abord sous les formes inorganiques dissoutes et gazeuses Hg^0 et Hg^{2+} , qui sont peu assimilables par l'organisme humain. Ils peuvent également, en se liant à la matière organique dégradée par l'activité bactérienne, se présenter sous forme de méthylmercure (CH_3Hg^+). Cette dernière forme, hautement assimilable par les organismes aquatiques et par l'humain, est particulièrement toxique. Elle se retrouve tout le long de la chaîne alimentaire de l'écosystème aquatique.

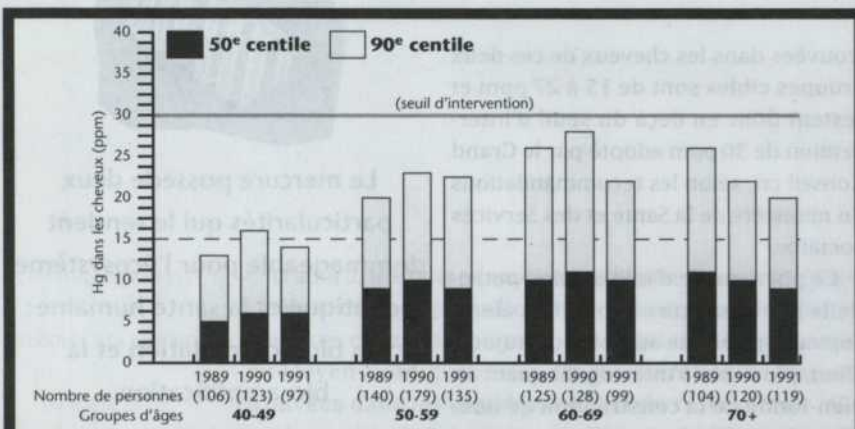


figure 3

TAUX DE MERCURE MESURÉS DANS LES CHEVEUX DE TRAPPEURS CRIS

Dans la population crie, les hommes et les femmes de 50 à 70 ans constituent le groupe d'âge le plus à risque, car ils et elles ont conservé un mode d'alimentation traditionnel basé sur une consommation importante de poisson.

À LA RECHERCHE DU MERCURE

Pour étudier le mercure, il faut d'abord le détecter. Or, dans l'eau des lacs, ce métal n'est présent que sous forme de trace, soit à des concentrations d'environ 5 millièmes de partie par million (tableau 1). Nous avons donc dû mettre au point une méthode pour mesurer de telles concentrations. L'opération, à commencer par l'échantillon-

CHERCHER LE COUPABLE

Dès le début de nos recherches, nous nous sommes demandés si le mercure représentait un problème localisé uniquement dans les réservoirs hydro-électriques ou plutôt latent dans tous les écosystèmes naturels de la forêt boréale. Nous avons donc effectué nos recherches en deux temps, d'abord en mesurant le mercure inorganique et le méthylmercure dans les lacs naturels du Moyen-Nord québécois, puis en analysant ce métal dans les composantes abiotiques et biotiques (milieu favorisant la vie) des réservoirs. Ces dernières données complètent les analyses préliminaires du mercure dans les poissons faites par Hydro-Québec.

Pour ce qui est des lacs naturels, les campagnes d'échantillonnage se sont étendues du lac Lusignan près de Saint-Michel-des-Saints jusqu'à la région de Poste-de-la-Baleine. Les sources potentielles de mercure naturelles ou anthropiques étant multiples, nous les avons considérées une à une.

La première source envisageable est la contamination directe d'un écosystème par des rejets industriels. De 1960 à 1973, à Arvida, une compagnie rejetait régulièrement du mercure directement dans le fjord du Saguenay, ce qui contaminait dangereusement la faune qui y vivait⁶. Plus de 20 ans après la fermeture de l'usine, le mercure n'a pas disparu : il reste enfoui au fond du cours d'eau sous plusieurs centimètres de sédiments accumulés au cours des années. Il aura fallu, de fait, attendre une vingtaine d'années pour voir enfin les couches sédimentaires pol-

	Hg total	Hg transformé en CH ₃ Hg ⁺
EAUX DES LACS	0,000005 ppm	~ 10 %
SOLS FORESTIERS	0 à 0,5 ppm	< 10 %
SOLS INONDÉS	0 à 0,5 ppm	jusqu'à 35 %
SÉDIMENTS DES LACS	0,08 à 0,5 ppm	< 10 %
POISSONS	< 0,5 à > 1 ppm	> 95 %
CHEVEUX HUMAINS	15 à > 100 ppm	> 95 %

tableau 1

CONCENTRATIONS EN MERCURE TYPIQUES DE L'ENVIRONNEMENT

Dans l'environnement, le mercure se retrouve essentiellement dans les sols forestiers et les sols inondés. Par ailleurs, les poissons et les cheveux humains peuvent en contenir de grandes quantités sous forme de méthylmercure.

luées du Saguenay recouvertes par de nouvelles couches moins polluées par le mercure.

Dans les lacs naturels du Moyen-Nord québécois, par contre, la couche sédimentaire de surface est systématiquement chargée en mercure et cette situation *ne peut être attribuable à une contamination industrielle directe*, car tous les bassins versants des lacs étudiés étaient exempts de pollution industrielle directe. D'où vient donc ce mercure?

On a souvent «accusé» les roches du Bouclier canadien d'être la source principale de mercure affectant l'environnement du Moyen-Nord québécois. Pourtant, ces roches contiennent relativement peu de mercure et leur météorisation (décomposition) ne peut entraîner qu'un relargage modéré de ce métal dans l'environnement de la forêt boréale. Nous avons alors élaboré une hypothèse voulant qu'une fraction notable du mercure de la région à l'étude ait été apportée par voie atmosphérique.

DU MERCURE TOMBÉ DU CIEL

Pour tester cette hypothèse, des carottes de sol forestier ont été prélevées et analysées par la méthode de fluorescence atomique.

Comme le montre tout d'abord la figure 4, une augmentation de la concentration de mercure se traduit par une forte augmentation de celle du carbone organique dans l'horizon humique du sol (appelé communément «la terre»), soit dans les 5 à 10 premiers centimètres. Juste en dessous, l'horizon minéral est bien identifiable par les faibles teneurs en carbone organique. Ce carbone pourrait être très utile, car il permettrait de dater les différentes couches du sol. Toutefois, la décomposition de matière organique étant très lente dans les sols du nord du Québec, les 5 à 10 premiers centimètres correspondent à 300 ans d'histoire! Les charges en mercure qui sont associées à cet horizon ne peuvent donc fournir aucun renseignement précis sur l'historique de l'accumulation du mercure ni de preuve quant à son transport atmosphérique.

L'analyse des teneurs en mercure dans les lichens a, de fait, été le premier élément confirmant l'importance du transport atmosphérique du mercure. Ces organismes poussent sur les arbres, sans aucune racine. Ils



L'analyse des teneurs en mercure dans les lichens a confirmé l'importance du transport atmosphérique du mercure.

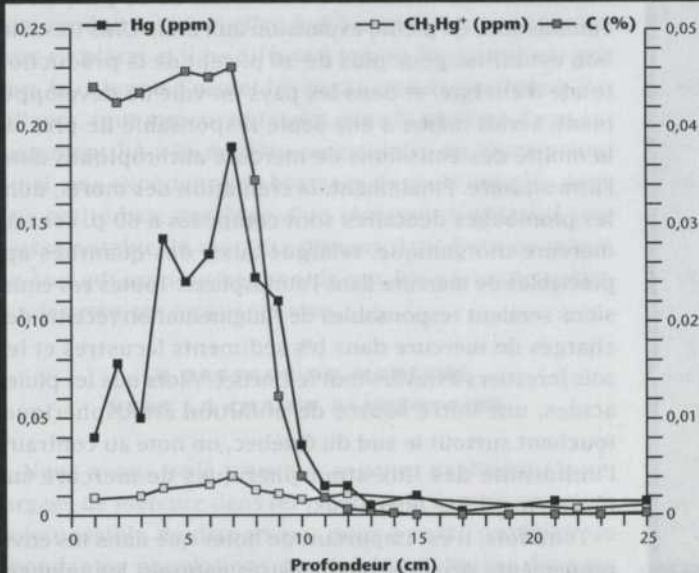


figure 4

CONCENTRATIONS EN MERCURE ET EN MÉTHYLMERCURE D'UN SOL FORESTIER (PODZOL À CLADINE) VOISIN DU RÉSERVOIR LG-2

Le mercure s'accumule dans les 10 premiers centimètres de l'horizon humique (terre) et sa concentration suit étroitement celle du carbone. En dessous de cette limite, soit dans l'horizon minéral, sa concentration devient très faible. Le méthylmercure, quant à lui, est quasi absent à la fois de l'horizon humique et de l'horizon minéral.

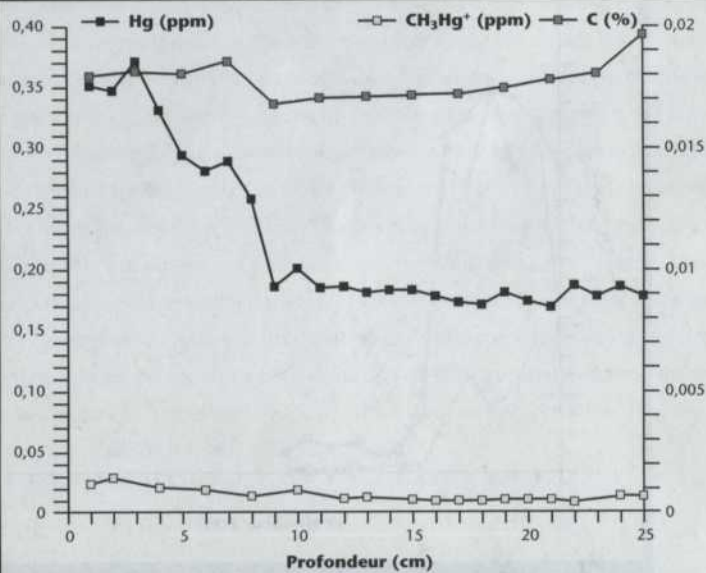


figure 5

CONCENTRATIONS EN MERCURE DANS LES SÉDIMENTS DE SURFACE DU LAC LAPORTE (PARC DE LA VÉRENDRYE)

L'analyse des sédiments montre, jusqu'à 10 centimètres de profondeur, une décroissance des concentrations en mercure de 0,37 à 0,20 ppm. Par la suite, la teneur en mercure se stabilise à 0,18 ppm, ce qui correspond au taux naturel de mercure dans ce lac. Il a été possible de montrer par datation du sol au ^{210}Pb que cette augmentation des concentrations de mercure correspond dans le temps à la période d'expansion industrielle, soit il y a 50-60 ans.



De nombreux produits de consommation courante contiennent du mercure et polluent l'air au moment où on les incinère ou, simplement, quand on les utilise.

n'absorbent leurs éléments nutritifs et les métaux lourds que par la pluie. Or nous avons découvert que des lichens vieux de plusieurs dizaines d'années contenaient des quantités de mercure supérieures à 1 ppm, ce qui est énorme par rapport aux feuilles des arbres, qui n'en contiennent que 0,03 ppm⁷.

Par la suite, l'échantillonnage s'est poursuivi dans les sédiments lacustres du nord du Québec, où la sédimentation se produit en moyenne au rythme de 2 mm par an. Dans l'exemple du lac Laporte choisi ici (figure 5), les 10 premiers centimètres de sédiments représentent ainsi 50 ans de sédimentation continue.

L'analyse de ces sédiments a révélé dans les 10 premiers centimètres de profondeur, une décroissance des concentrations en mercure de 0,37 à 0,20 ppm. Par la suite, la concentration se stabilise à 0,18 ppm, ce qui correspond au taux naturel de mercure dans ce lac. Des

profils semblables caractérisent une quinzaine de lacs répartis suivant le transect Nord-Sud de 1200 kilomètres. Or les datations effectuées par le traceur radioactif ²¹⁰Pb indiquent que le début de l'augmentation des teneurs en mercure par rapport aux niveaux de base respectifs des différents lacs (0,18 ppm dans le cas du lac Laporte) remonte invariablement à 50-60 ans. Le doublement des flux de mercure atmosphérique correspond ainsi à la période d'expansion de l'activité industrielle d'après-guerre. Cela explique pourquoi les lacs soustraits à toute activité humaine directe ne sont pas exempts de mercure, la pollution atmosphérique touchant tous les lacs du nord du Québec, quelle que soit leur latitude.

LES POLLUEURS DE MERCURE

De nombreux produits de consommation courante contiennent du mercure et polluent l'air au moment où on les incinère ou, simplement quand on les utilise: la peinture, les piles (surtout les piles bon marché), les lampes au mercure, certains pesticides et produits pharmaceutiques. L'utilisation du charbon dans les centrales thermiques représente également une source majeure d'émission de mercure éolien, cette matière organique fossile renfermant du mercure. L'utilisation de ce produit de combustion, en pleine expansion aux États-Unis (le charbon est utilisé pour plus de 30 p. cent de la production totale d'énergie) et dans les pays en voie de développement, serait même à elle seule responsable de près de la moitié des émissions de mercure anthropiques dans l'atmosphère. Finalement, la crémation des morts, dont les plombages dentaires sont composés à 60 p. cent de mercure inorganique, relargue aussi des quantités appréciables de mercure dans l'atmosphère. Toutes ces émissions seraient responsables de l'augmentation récente des charges de mercure dans les sédiments lacustres et les sols forestiers à travers tout le Québec. Alors que les pluies acides, une autre source de pollution atmosphérique, touchent surtout le sud du Québec, on note au contraire l'uniformité des flux atmosphériques de mercure sur tout le territoire québécois.

Toutefois, il est important de noter que dans les environnements lacustres ou terrestres naturels, les augmentations de concentrations en mercure ne constituent pas un problème aigu, ce mercure étant relativement peu bioaccumulable, parce que non méthylé. Par contre, au moment de la création de réservoirs, l'inondation des sols forestiers provoque un relargage du mercure présent dans ces environnements.

LA CONCENTRATION EN MERCURE DANS LES RÉSERVOIRS

Plusieurs scientifiques ont avancé l'hypothèse que le mercure des réservoirs proviendrait de la dégradation des

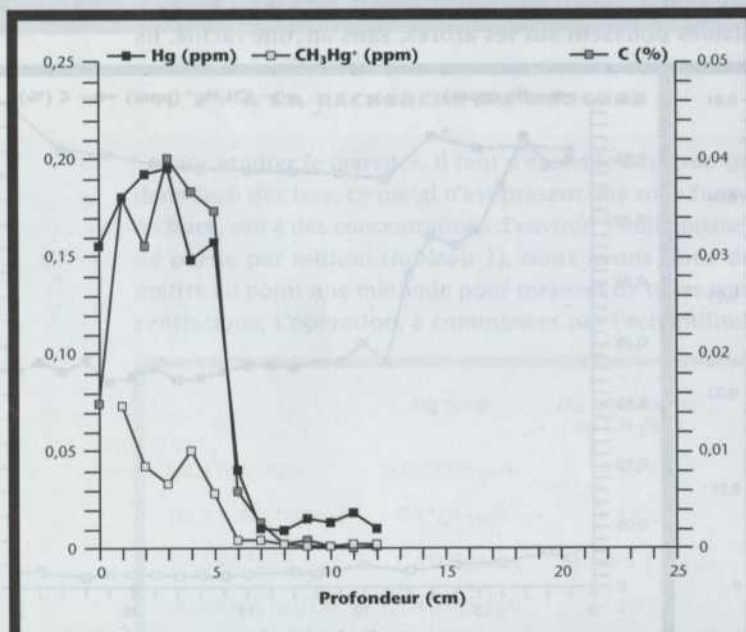


figure 6

CONCENTRATIONS EN MERCURE ET EN MÉTHYLMERCURE D'UN SOL FORESTIER (PODZOL À CLADINE) INONDÉ PAR LE RÉSERVOIR LG-2

Les teneurs en mercure et en carbone dans l'horizon humique de ce sol inondé depuis 14 ans sont comparables à celles que l'on trouve dans leurs équivalents non inondés. Seule une méthylation de 25 à 30 p. cent du mercure total est observable dans cet horizon.

végétaux inondés. Or nos résultats indiquent des concentrations en mercure de 0,01 ppm dans la matière ligneuse et de 0,03 ppm dans les feuilles. Ces valeurs sont bien trop infimes pour que les végétaux soient les seuls grands responsables de la contamination des réservoirs. Par contre, à la figure 4, nous avons vu qu'après avoir accumulé à la fois du mercure naturel pendant plusieurs centaines d'années et du mercure anthropique depuis 50 ans, ce sont les couches humiques des sols forestiers à inonder qui représentaient la plus grosse source potentielle de mercure pour le nouvel écosystème aquatique créé par le réservoir.

Lorsque nous avons plongé pour la première fois dans un réservoir, nous avons trouvé une forêt morte, mais quasi intacte sous 10-15 mètres d'eau. Les buissons de bleuets, les épinettes et surtout la couche organique des sols étaient toujours présents. Par contre, malgré la lenteur des processus de biodégradation de la matière organique, nous avons découvert que 20 à 30 p. cent du mercure inorganique initialement présent dans l'horizon humique des sols était méthylé après quelques années d'inondation (figure 6). Cependant, la hausse très rapide des concentrations de mercure durant les trois premières années de la mise en eau ne peut être directement et seulement expliquée par cette méthylation. Le méthylmercure produit reste, en effet, fixé à la matière organique encore en place, et il ne diffuse à toutes fins pratiques pas vers la colonne d'eau et les organismes aquatiques. Par ailleurs, tout mercure présent dans la colonne d'eau est fortement lié à la matière particulaire en suspension. Ainsi, une expérience de brassage des sols inondés dans une petite baie protégée d'un réservoir a entraîné une baisse notable du mercure dissous dans l'eau en raison de son adsorption très rapide sur les particules organiques remises en suspension.

LE PASSAGE DU MERCURE VERS LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

Nous avons isolé trois mécanismes expliquant le relargage de mercure dans les réservoirs. Comme première voie possible de dispersion, nous avons considéré les abondantes populations de périphyton vivant dans les réservoirs. Le périphyton est un mélange d'algues et de bactéries très abondantes à certaines périodes de l'année, formant des couches verdâtres au-dessus du sol inondé et sur les arbres morts des réservoirs. Le périphyton a la propriété d'accumuler dans ses cellules certains métaux comme le mercure et aurait même la capacité de le méthyler. Après l'inondation de grandes superficies, comme celle du réservoir LG-2 — qui couvre plus de 1000 kilomètres carrés —, les populations de périphyton explosent devant l'abondance d'éléments nutritifs libérés par les sols inondés. Par la suite, en broutant du périphyton, le zooplancton ingère de grandes quantités de méthylmer-

Le mercure en Amazonie

L'importante activité des chercheurs d'or du bassin amazonien du Brésil, depuis le début des années 1980, est responsable de l'émission de plusieurs centaines de tonnes de mercure par an dans l'atmosphère et les cours d'eau, d'où la contamination des écosystèmes terrestres et aquatiques sur de grandes étendues.

Un million de personnes travaillent dans les «garimpos» et elles rejettent autant de mercure dans l'atmosphère que tous les pays d'Amérique du Nord réunis (Canada, États-Unis et Mexique). Ces travailleurs et travailleuses non informés font une utilisation tout à fait incontrôlée du mercure comme agent d'amalgamation de l'or. La moitié de ce métal se perd dans les cours d'eau, l'autre moitié étant sublimée et répandue dans l'air. Or ces chercheurs d'or non seulement s'intoxiquent eux-mêmes en inhalant directement le mercure sublimé, mais ils intoxiquent également les populations éloignées des régions de garimpos. De fait, toute la forêt amazonienne est sous l'influence de précipitations de mercure. De plus, les écosystèmes tropicaux réagissent rapidement à ces contaminations, les températures élevées favorisant la méthylation du mercure. Ainsi, la chair des poissons des rivières en aval des garimpos contient souvent plus de 3 ppm de mercure. Elle est donc tout à fait impropre à la consommation. Contrairement à ce qui se passe dans les systèmes boréaux, comme au Québec, les végétaux des régions tropicales réabsorbent par leurs racines une fraction importante du mercure déposé sur les sols. Notre équipe de recherche qui s'est rendue sur place a noté que les concentrations de mercure dans les plantes et les fruits atteignent 0,15 ppm dans le bassin de la rivière Tukurui (État de Para, Brésil), comparativement à 0,03 ppm chez nous, les rendant dangereux pour l'alimentation humaine. Nous sommes bien loin ici des teneurs trouvées dans les lacs et les forêts du Québec. Nous avons alors commencé un nouveau programme de recherche visant à évaluer l'importance du problème de la contamination de l'environnement amazonien par le mercure et à mettre en évidence des signes de détérioration de la santé des populations locales.

cure et contamine ses prédateurs, des poissons comme les corégones et les ciscos.

Deuxième mécanisme: le relargage massif du mercure des sédiments vers la chaîne alimentaire par les insectes fouisseurs présents dans les sédiments. Les larves des insectes vivant dans les réservoirs s'installent dans la couche humique des sols inondés, donc dans un environnement chargé en méthylmercure. Les insectes des réservoirs hydro-électriques sont de fait deux à cinq fois plus contaminés que les insectes vivant dans les sédiments



**Les couches humiques
des sols forestiers à inonder
représentent la plus grosse source
potentielle de mercure pour
le nouvel écosystème aquatique
créé par le réservoir.**



des lacs naturels, avec des taux respectifs de 1,80 ppm et de 0,30 ppm⁸ pour des représentants de la classe des hémiptères, comme la cigale. Or, selon des études effectuées par des biologistes, l'alimentation des poissons comme le corégone, le meunier noir ou le cisco de lac est composée de 60 à 80 p. cent d'insectes. Il fait donc peu de doute que les insectes soient un des fameux chaînons manquants du transfert du mercure des sols inondés aux poissons des réservoirs. Soulignons que certains insectes, pourtant à la base de la chaîne alimentaire,

contiennent autant de mercure que le grand brochet, au sommet de la chaîne trophique.

Enfin, le troisième mécanisme a trait à l'action mécanique des vagues et de la glace, qui, couplée avec les fluctuations des niveaux d'eau (marnage) dans les réservoirs, provoque l'érosion des berges et remet en suspension la matière organique des horizons humiques des sols inondés⁹. Par exemple, à LG-2, la période de sécheresse de la fin des années 1980 a entraîné une baisse de quatre mètres du niveau d'eau du réservoir. Les vagues ont alors attaqué de nouvelles berges, jusqu'alors immergées donc protégées des vagues, et remis en suspension de la nouvelle matière organique chargée en méthylmercure. Les faibles marnages dans un lac naturel permettent donc, en réduisant l'importance de la remise en suspension saisonnière des sédiments, de diminuer le risque de transfert de mercure à la colonne d'eau. Selon nous, l'érosion des sols périphériques est probablement l'une des principales causes de relargage de mercure dans les réservoirs pendant les premières années suivant leur mise en eau¹⁰. Toutefois, il reste encore à évaluer l'importance relative de chacun des trois mécanismes décrits quant au relargage actif de mercure dans la chaîne alimentaire des réservoirs.

ET L'AVENIR ?

Dans les premières estimations portant sur la durée du problème de la contamination de l'écosystème des réservoirs hydro-électriques par le mercure, on parlait d'une période de 25 ans après la mise en eau¹¹. Cette estimation concorde, dans un premier temps, avec la nette décroissance de l'importance de la remise en suspension de la matière organique des berges des réservoirs au bout d'une quinzaine d'années, comme à LG-2. Par contre, les deux autres processus de relargage de mercure que nous avons mentionnés (le périphyton et les insectes fouisseurs) nous incitent à réviser à la hausse la durée probable du phénomène de contamination des réservoirs du Québec par le mercure. Même si, à moyen terme, les populations

périphytoniques dans les réservoirs devraient diminuer à la suite d'une moindre disponibilité des éléments nutritifs, elles restent pourtant toujours très élevées au bout de 14 ans d'inondation à LG-2. Les maillons supérieurs de la chaîne alimentaire sont alors toujours contaminés par le mercure. De la même façon, les insectes fouisseurs continueront à accumuler massivement du méthylmercure tant que leurs larves pénétreront les 10 premiers centimètres de la couche humique des sols inondés. Or la sédimentation post-inondation se produit à un rythme très lent de 1 à 2 millimètres par an dans les réservoirs du complexe La Grande¹². Le recouvrement de l'horizon actif des sols inondés ne se fera donc qu'à long terme, soit dans 50 ans au minimum, et ce, en supposant que les particules formant la future couche sédimentaire soient moins polluées par les retombées atmosphériques.

Les futurs travaux de notre équipe de recherche viseront à mesurer directement dans l'atmosphère les quantités de mercure relâchées par les industries de différents pays. D'autres recherches se poursuivront aussi dans les réservoirs pour mieux comprendre le phénomène de méthylation qui s'y produit. Lorsque toutes les sources d'émission et les flux de transfert seront déterminés formellement, on sera en mesure de prédire ou d'extrapoler la durée de la présence de mercure dans les réservoirs. On vise aussi la révision des modèles mathématiques actuellement utilisés pour prédire l'intensité de la contamination et la durée de la présence du mercure dans les réservoirs hydro-électriques du Moyen-Nord québécois. Enfin, des mesures d'atténuation du problème, à utiliser avant ou après la phase de remplissage des réservoirs, sont présentement testées dans nos laboratoires.

Le problème de la contamination par le mercure dépasse les seuls environnements des réservoirs hydro-électriques au Québec. Comme nous l'avons démontré, les apports anthropiques de mercure par voie atmosphérique sont responsables d'une contamination croissante des sols et des lacs naturels du Moyen-Nord québécois. À terme, tous les écosystèmes terrestres et aquatiques non perturbés pourraient être affectés par de fortes concentrations en mercure. La Suède est actuellement aux prises avec de sérieux problèmes de mercure transporté par voie atmosphérique dans ses lacs naturels, si bien que la chair de la plupart des grands brochets qui y sont pêchés contient plus de 0,5 ppm de mercure¹³, rendant donc ces poissons impropres à la commercialisation. Il faudra sans aucun doute une convention internationale pour limiter au maximum les rejets atmosphériques de mercure, qui se chiffraient en 1991 à plus d'un million et demi de kilogrammes. On peut également renvoyer la balle aux Américains en se disant que le problème du mercure de nos réservoirs hydro-électriques est partiellement causé par le charbon qu'ils utilisent dans leurs centrales thermiques. Mais on peut difficilement chiffrer la contribution exacte de mercure atmosphérique prove-

nant de nos voisins du Sud par rapport à celle de pays comme la Chine, l'Inde et la Russie, qui utilisent eux aussi de grandes quantités de charbon comme source d'énergie.

RÉFÉRENCES

1. HYDRO-QUÉBEC. *Rapport d'activité du comité de la baie de James sur le mercure 1991-1992 - Cycle du mercure dans l'environnement*.
2. *Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé*, supplément n° 53.
3. *Loc.cit.*
4. INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY. *Environmental Health Criteria 101, «Methylmercury»*, Genève, World Health Organization, 1990, p. 100-102.
5. LOUCHOUARN, P., LUCOTTE, M., MUCCI, A. et PICHET, P. «Geochemistry of mercury in two hydroelectric reservoirs in Québec, Canada», *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, vol. 50, n° 2, 1993, p. 269-281; et PICHET, P., RHEAULT, I., SIMONEAU, L., «Total mercury determination in environmental samples by atomic fluorescence spectrometry», soumis au *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*.
6. COSSA, D. *Chemical Contaminants in the St. Lawrence Estuary and Saguenay Fjord* dans El-Sabh, M. I. et Silverberg, N., Editors, «Oceanography of large-scale estuarine system», *Coastal and Estuarine Studies*, vol. 39, New York, Springer-Verlag, 1990, p. 269-295.
7. LUCOTTE, M., MUCCI, A., HILLAIRES-MARCEL, C., PICHET, P. et GRONDIN, A. «Anthropogenic mercury contamination of the boreal forest domain in Eastern Canada (45 to 55°N)», soumis à *Nature*.
8. TREMBLAY, A., LUCOTTE, M. et RHÉAULT, I. «Contribution of emerging insects to the transfer of mercury and methylmercury to the aquatic biota of natural and artificial reservoir in northern Québec (Canada)», soumis au *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 1993.
9. LOUCHOUARN, P. et al. *Ibid.*
10. *Loc.cit.*
11. HYDRO-QUÉBEC. *Rapport d'avant-projet, Complexe Grande-Baleine*, partie II, synthèse 17, «Mercure», août 1993.
12. LUCOTTE, M. et al. *Ibid.*
13. «Mercury in the Swedish environment» dans *Water, Air and Soil Pollution, an International Journal of Environmental Pollution*, Kluwer Academic Publishers, Oliver Lindqvist Editor, vol. 55, 1991.



Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada / Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada

Chercheurs-boursiers en milieu industriel

1994-1995

Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) offre un programme de chercheurs-boursiers en milieu industriel afin de donner à un certain nombre de chercheurs d'avenir en sciences naturelles ou en génie l'occasion de poursuivre leur carrière en recherche. Les bourses peuvent être détenues dans les industries canadiennes.

Admissibilité

Sont admissibles les citoyens canadiens ou les résidents permanents du Canada titulaires d'un doctorat en sciences naturelles ou en génie, et, de préférence, qui n'ont pas plus de cinq années d'expérience après l'obtention de leur doctorat (et aucune dans l'industrie canadienne).

Nature du poste

Les chercheurs-boursiers seront des employés de la société parraine pour toute la durée de leurs bourses. Ils travailleront à des activités de recherche et développement.

Durée du poste

Jusqu'à deux ans, sous réserve d'un rendement satisfaisant.

Rémunération

L'établissement industriel détermine le salaire, qui est d'au moins 30 000 \$ par année; le CRSNG remboursera à la société 25 000 \$ par année pour le salaire du chercheur-boursier.

Modalités de demande

Le candidat doit communiquer avec l'établissement industriel de son choix pour entamer les pourparlers nécessaires au sujet du salaire, de la durée et des conditions de la bourse, du programme de recherche, etc. Les candidatures doivent être soumises au CRSNG par l'établissement industriel. Les demandes non parrainées par une société et acheminées directement au CRSNG par les candidats ne seront pas acceptées.

Date limite

Aucune date limite. (Les concours ont lieu approximativement tous les deux mois.)

Pour de plus amples renseignements, communiquer avec :

Programme de chercheurs-boursiers en milieu industriel

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie
350, rue Albert
Ottawa (Ontario) K1A 1H5
(613) 996-2009

Canada



ENJEUX

La vulgarisation mission impossible?

C'est du 10 au 13 avril prochains que se tiendra, à l'Université du Québec à Montréal, le colloque international « Quand la science se fait culture ». Nous profitons de l'occasion pour amorcer une réflexion sur la culture scientifique et

par Jean-Marc Lévy-Leblond

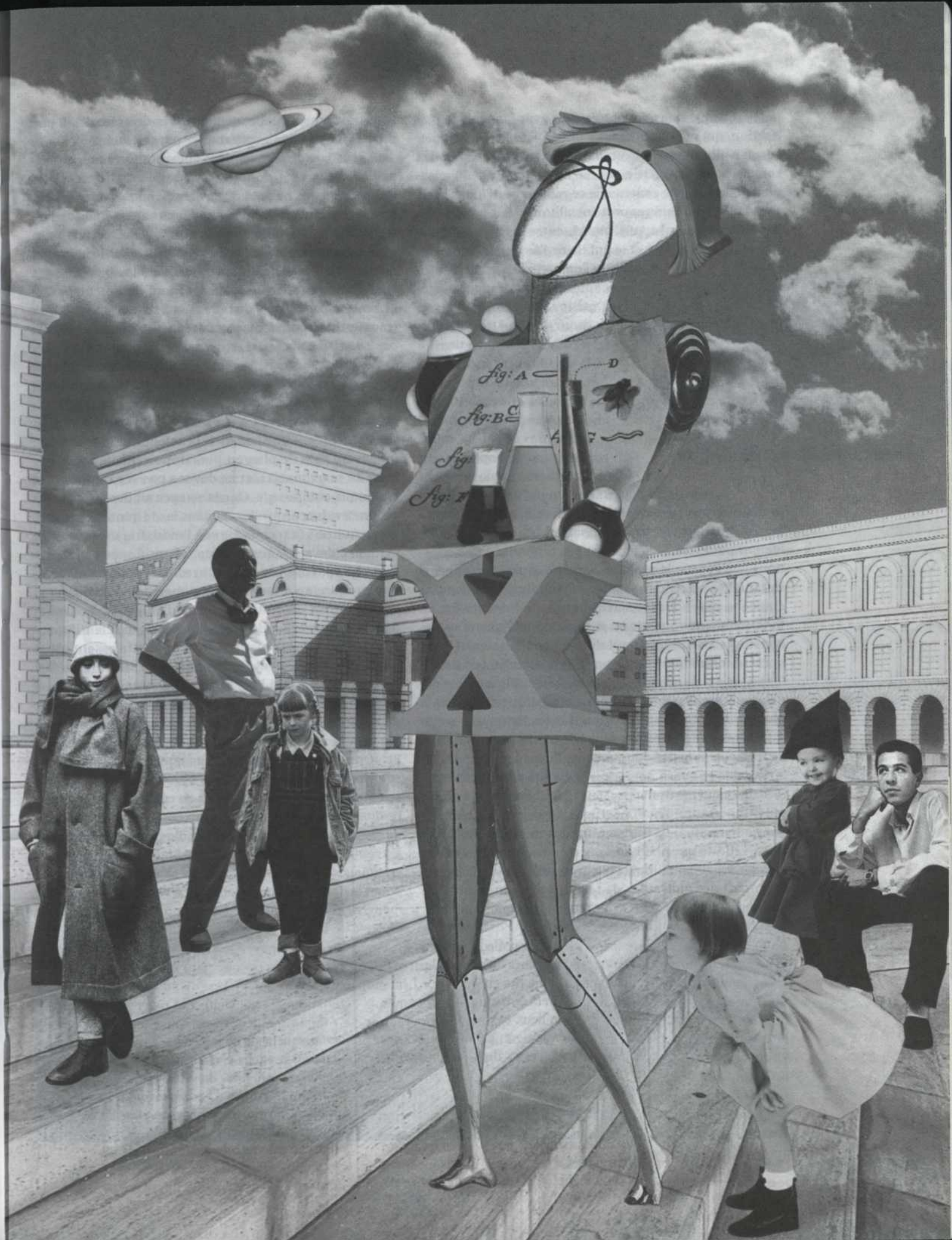
technique. Suffit-il de vulgariser la science pour alimenter cette culture? Mais une telle culture existe-t-elle seulement?

Il nous a semblé pertinent de reproduire ici quelques extraits d'articles publiés par Jean-Marc Lévy-Leblond, physicien, professeur à l'Université de Nice et directeur aux éditions du Seuil des collections « Science ouverte », « Point-Sciences », « Sources du savoir » et « La Dérivée », ainsi que directeur de la revue de culture scientifique *Alliage*. Ces textes, s'ils ne sont pas récents, n'en sont pas moins fort importants et actuels. Une invitation à réfléchir... pour que la science devienne un jour culture.

ILLUSTRATIONS: HONO LULU

MARS - AVRIL

INTE36ACE
MCMXCIV





Je crois que nous devons en finir avec l'idée de vulgarisation, qui me semble tout à fait dépassée, dans la mesure où elle repose sur un modèle de transmission des connaissances en crise aiguë. En effet, qui dit « vulgarisation », et analyse le contenu de ce mot aujourd'hui, s'aperçoit qu'il s'agit d'un rapport social tout à fait particulier. Rapport unilatéral tout d'abord, entre les scientifiques

d'un côté et le public de l'autre, unilatéral au sens où l'un parle, le savant, l'autre écoute, le public; rapport d'inégalité totale, l'un parlant au nom de son être collectif, l'autre écoutant à titre individuel, rapport donc entre une institution organisée et des individus dispersés. Rapport inégal encore en ceci que la vulgarisation suppose implicitement une accumulation totale de savoir

à un pôle, une accumulation totale d'igno-

rance à l'autre : celui qui sait parle à celui qui ne sait pas. En d'autres termes, la vulgarisation consiste essentiellement pour l'un, le scientifique, à répondre à des questions que l'autre, le profane, ne se pose pas. Personne ne sait quelles questions se pose « le public » ! Cela ne nous empêche pas, nous les scientifiques, de *lui* répondre en fonction de *nos* questions. Il s'agit donc d'une mission, mission au sens religieux du terme : les scientifiques opèrent ici comme jadis les missionnaires en terrain colonial. Et du coup, cette mission me semble à la fois dépassée et impossible. Il est caractéristique que dans la plupart des débats sur la vulgarisation, l'attention se focalise très vite sur les questions de méthode, de langage, de forme, et non pas du tout sur celle du contenu. Il semblerait que ce qui compte, c'est la qualité plutôt que la nature de ce qui est transmis. Mais le problème selon moi le plus important à l'heure actuelle en ce qui concerne le savoir scientifique à transmettre, est moins le problème de sa validité que celui de sa pertinence. Nous en avons tous les jours de multiples illustrations; il suffit d'écouter la plupart des émissions de télévision, ou même de lire les journaux pour s'apercevoir que nous sommes inondés d'un flux d'information en général de bonne qualité, mais qui ne nous *intéresse pas*. Et l'on s'aperçoit, en poussant cette analyse, que sous couvert d'un rôle qui se veut éducatif, ou informatif, la vulgarisation joue essentiellement un rôle idéologique. Elle a pour fonction principale de donner une certaine image de la science, cette image qui ne correspond guère à la réalité. C'est ce que Philippe Roqueplo appelle « l'effet de vitrine »¹. La vulgarisation scientifique montre la science comme les grands magasins montrent les jouets de Noël, derrière une vitre : voyez combien c'est beau, mais surtout n'y touchez pas ! Or pour *comprendre* la science, il faut en *faire*, il faut y toucher,

sous des formes qui peuvent être très diverses d'ailleurs, il ne suffit pas de la contempler passivement.

Si nous voulons passer de la vulgarisation à une problématique différente, qui corresponde mieux aux nécessités de l'heure, nous ne pouvons éviter de nous interroger sur les motivations profondes des démarches mêmes de l'information ou de l'animation scientifiques. En effet, pourquoi donc tenons-nous tellement à diffuser la science ? Après tout, il existe dans la société humaine bien d'autres connaissances ultra-spécialisées, dont les détenteurs ne se sentent pas obligés de faire part à tout un chacun... Le transfert généralisé de connaissances spécifiques n'est pas *en soi* une nécessité, et j'avoue que, pour ma part, les arguments courants de nature culturelle me semblent insuffisants. Non que je les récuse, mais ils me semblent trop vagues et ne nous permettent pas de préciser suffisamment nos objectifs. Nous faisons face à une évolution sociale où, c'est une banalité, la science et la technique jouent un rôle de plus en plus important. Je crois que nous ne pouvons pas, et ne devons pas séparer science, technique et industrie. Que la science ait des spécificités est une évidence, qu'elle soit dans la vie quotidienne intimement liée à la technique et à l'industrie est une autre évidence devant laquelle nous, scientifiques de laboratoire, ne pouvons pas non plus reculer ! Il me paraît alors que prendre en compte cette dimension sociale, nous amène à fixer un certain nombre d'objectifs : pourquoi donc voulons-nous diffuser notre savoir scientifique ? Je discernerai pour ma part trois objectifs essentiels.

Premièrement, un objectif *politique* au sens le plus fort du terme. Il s'agit, à l'heure actuelle, dans nos sociétés, dites technologiquement ou industriellement avancées, d'élargir la démocratie aux choix technico-scientifiques qui conditionnent de plus en plus l'avenir de ces sociétés. Beaucoup de mutations sociales que nous connaissons, sont engagées par des choix qui se présentent comme purement techniques, et qui sont en réalité largement politiques. Ces choix sont trop souvent camouflés derrière des arguments d'expertise technologique, et échappent ainsi à la discussion démocratique. Cette discussion démocratique est difficile, elle est même sans doute impossible pour l'instant : nous ne savons pas, à l'heure actuelle, comment organiser et gérer la démocratie de façon à pouvoir décider de ces questions-là. Considérons, par exemple, le débat sur l'énergie : le choix nucléaire n'est pas aujourd'hui un choix démocratiquement possible, tout simplement parce que nos sociétés ne disposent pas des instruments démocratiques nouveaux qui nous seraient nécessaires. Le fonctionnement de tels instruments exigerait une compétence sociale généralisée beaucoup plus grande qu'aujourd'hui, à la fois scientifique, technique et économique. Je crois donc que, dans les décennies qui viennent, nous avons à inventer une nouvelle forme d'organisation sociale, qui nous mette à même de décider de façon démocratique de l'évolution technique et scientifique

**La vulgarisation consiste
essentiellement pour l'un,
le scientifique, à
répondre à des questions
que l'autre,
le profane, ne se pose pas.**



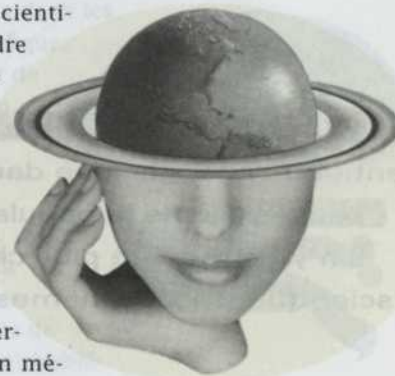
de notre société. Je dirais volontiers que c'est une question d'analphabétisme. Nous sommes tous, scientifiques compris, analphabètes sur ces questions-là. Le problème de la démocratie scientifique et technique à l'heure actuelle est analogue à celui qui se pose dans un certain nombre de pays où l'on essaie de généraliser les méthodes de la démocratie représentative, alors que les gens ne savent pas encore lire, ni écrire. Nous avons tous besoin d'apprendre à lire et à écrire la science et la technique — pour les penser.

Deuxièmement, un objectif *économique* banal, mais loin d'être atteint à l'heure actuelle. Il s'agit d'élever la compétence technique des citoyens, d'augmenter les capacités technologiques de notre société, de façon à ce que l'innovation industrielle progresse de façon collectivement contrôlée, et nous rejoignons l'objectif politique que je désignais tout à l'heure. Mais il ne s'agit pas que de l'industrie, il s'agit aussi de notre capacité technologique quotidienne, immédiate, personnelle. Car la production, c'est la production industrielle d'un côté, mais c'est aussi l'auto-production et la re-production quotidienne, domestique en particulier. De ce côté, nous avons, là encore, tout à apprendre si nous voulons essayer de sortir d'une situation de dépendance complète par rapport à la technique. Autrement dit, les questions d'usage et de maintenance, de rapport aux objets techniques quotidiens comme l'automobile, la télévision ou les objets électroménagers, sont des questions aussi cruciales que le problème de la compétence technologique dans la production industrielle.

Évidemment, il y a un troisième objectif que je me garderai d'oublier pour ne pas tomber dans le réductionnisme, c'est la composante, disons, *culturelle*; je préférerais presque dire idéologique, au sens positif du terme cette fois-ci. La science a certes à nous apprendre sur notre place dans le monde; nous avons tous besoin de nous forger une représentation de monde où nous vivons, à la fois monde naturel et monde social. De ce point de vue, l'extension de nos connaissances scientifiques est tout à fait indispensable. Il faudrait prendre garde à ne pas tomber à ce sujet dans une démarche purement didactique: diffuser la connaissance scientifique, c'est

bien, encore faut-il reconnaître à tout un chacun le droit d'en faire ce qui lui plaît, y compris de rêver et de fantasmer. Il me semble tout à fait nécessaire de renoncer à tout droit de contrôle sur la circulation, l'utilisation des idées scientifiques — tout en gardant vigilance et esprit critique devant leurs détournements et exploitation.

Si nous acceptons ces différents objectifs, il est clair que nous ne sommes pas en mesure d'y répondre à l'heure actuelle. Le chercheur scientifique est bien incapable de répondre à ces exigences. La raison première de cette incapacité est à trouver dans l'évolution de la pratique scientifique elle-même. D'une part, cette pratique s'est professionnalisée au cours du dernier demi-siècle. Les scientifiques ne sont plus des savants, ce sont des chercheurs; c'est-à-dire qu'ils ont un métier extrêmement restreint quant à ses activités propres. En général, les chercheurs ne considèrent plus comme partie intégrante de leur profession les tâches de transfert des connaissances. Ils ne sont d'ailleurs pas préparés à le faire quand ils sont professionnellement formés, puis recrutés; du coup, ce travail de transfert des connaissances est réservé à une minorité, en général située au sommet de la hiérarchie et qui souvent est considérée avec quelque méfiance par la masse des chercheurs; il est courant dans les laboratoires d'entendre dire que « Untel fait de la vulgarisation, parce qu'il n'est plus capable de faire de la recherche ». Cette réticence interne est évidemment compensée par un vedettariat externe accentué: ce sont toujours les mêmes stars de la science que nous voyons à la télévision ou dans les journaux. D'autre part, on a la sophistication et la spécialisation extrêmes de la recherche scientifique. Les recherches de pointe sont extrêmement loin aujourd'hui de la connaissance commune; un hiatus considérable fait que la distance est toujours plus grande entre les découvertes modernes et les connaissances usuelles, et



Partage et maîtrise du savoir

« Ce qui m'intéresse, c'est de maîtriser le savoir, pas forcément de le produire. À l'heure actuelle, produire du savoir est très souvent incompatible avec le temps nécessaire pour l'assimiler et le partager. La maîtrise du savoir exige le partage, elle ne peut être individuelle. En cela aussi, la dimension réelle de l'entreprise scientifique est d'ordre culturel. »

Jean-Marc LÉVY-LEBLOND, « Partage et maîtrise du savoir », entretien avec Michel de Pracontal, *Mettre la science en culture*, Anais, 1986, p. 26.



ce hiatus est toujours plus difficile à franchir. Ainsi les scientifiques sont devenus extrêmement ignorants en beaucoup de matières courantes. On peut être un spécialiste tout à fait éminent en astrophysique, et pour autant ne pas savoir reconnaître les étoiles. J'ai plusieurs fois passé des soirées avec des collègues astrophysiciens et constaté leur incapacité à s'orienter dans le ciel, prenant

Véga pour Vénus, sous les sourires moqueurs de modestes astronomes amateurs.

De même, on peut être un biologiste tout à fait éminent en biologie nucléaire, et

ne pas savoir reconnaître les plantes ou les oiseaux autour de soi.

Cette aliénation de la connaissance scientifique de pointe par rapport aux connaissances communes fait qu'il devient très difficile

à un scientifique moyen de se faire entendre par les profanes. Enfin, et c'est tout à fait déterminant, la plupart des scientifiques font preuve d'une incompetence totale dans les domaines autres que leur spécialité, je veux dire quant aux questions techniques, économiques, sociales, qui à la fois conditionnent le développement propre de leur discipline et en régissent les applications.

Une autre dimension des transformations sociales qui rendent la vulgarisation au sens strict du terme extrêmement difficile ou même impossible, est l'évolution complexe des mécanismes de communication collective, qui sont eux-mêmes spécialisés en secteurs différenciés. D'un côté, l'éducation avec les institutions scolaires et universitaires; d'un autre côté, l'information, avec les divers médias. Au passage, en parlant des médias, je vou-

drais revenir sur le très grave problème de la «surinformation»: l'abondance d'information scientifique et technique va parfois en sens contraire de ce que nous pourrions souhaiter. Il y a souvent *trop* d'informations scientifiques et techniques, sur des sujets dont nous n'avons que faire; et cette pléthore aboutit finalement à noyer l'essentiel, les questions ouvertes. Enfin, troisième volet de ces mécanismes modernes de communication, le secteur du pur divertissement et de la consommation spectaculaire, qui a pris récemment une importance considérable. La science alimente abondamment ce secteur, comme le montrent de nombreux films récents et beaucoup d'émissions de télévision.

Après cette analyse pessimiste, nous en arrivons à la question essentielle: de quoi avons-nous besoin, que pouvons-nous faire? Le problème n'est pas celui de la vulgarisation scientifique, c'est le problème du développement d'une culture scientifique et technique. Je dis *développement* et non pas diffusion, car je crois que la culture scientifique et technique aujourd'hui n'existe pas. Au sens le plus banal du terme, il n'y a pas de culture scientifique et technique dans l'ensemble de la population: les gens dans l'ensemble ne parlent pas de la technique, encore moins des sciences; elles ne font pas partie de leur bagage culturel ordinaire, au sens où elles n'apparaissent guère dans le discours et les représentations communes. Mais il n'y a guère plus de culture scientifique et technique chez les scientifiques eux-mêmes; leur formation actuelle, leurs spécialisations professionnelles sont telles qu'ils ont très peu de connaissances historiques, philosophiques, sociales sur leur propre discipline, sur leur propre métier. Il s'agit donc, non pas de diffuser la culture scientifique et technique, mais de la développer, ce qui veut dire que les questions sont complètement ouvertes, aussi bien les questions de contenu que les questions de méthode. Je pense pour ma part que les méthodes de type tradi-

Est-ce la fin des amateurs de science ?

«Il est remarquable que l'aliénation culturelle de la science coïncide avec l'apparition du «chercheur scientifique». Il n'y a *plus* d'amateurs de science. La spécialisation et le gigantisme de la *big science* ont rendu leur existence impossible, d'où le *no man's land* actuel entre le spécialiste et le profane. Seuls ont résisté quelques îlots traditionnels, en astronomie, en botanique. Pourtant aujourd'hui, s'ébauche avec l'infléchissement des directions de la recherche, une reprise féconde de l'amateurisme, allant des sciences d'observation renouvelées aux techniques modernes comme l'informatique ou l'électronique. Ce mouvement, s'il se développe, peut jouer un rôle considérable dans la réappropriation sociale du savoir scientifique.»

Jean-Marc LÉVY-LEBLOND, «Entre la science et le pouvoir: la culture», *Mettre la science en culture*, Anais, 1986, p. 11.



tionnel sont largement inopérantes à l'heure actuelle. Ni les médias tels que nous les connaissons, que ce soient les médias audiovisuels les plus modernes, la télévision, le cinéma, ou les formes traditionnelles de vulgarisation, les musées, les expositions ne peuvent jouer un rôle déterminant à l'heure actuelle: il est ou trop tard ou trop tôt pour cela. Nous avons besoin de démarches beaucoup plus modestes et beaucoup plus profondes à la fois, pour promouvoir la culture scientifique et technique; je dirais même qu'il s'agit de *mettre la science en culture*². Et cette mise en culture ne pourra pas être l'œuvre des seuls scientifiques, elle ne doit pas être l'œuvre des seuls scientifiques. Elle exige essentiellement la confrontation et le travail en commun, engageant les scientifiques, bien sûr, mais aussi tous ceux qui disposent d'une expérience ou d'un savoir scientifique et technique aussi parcellaire soit-il, sans être des chercheurs spécialisés. Sont concernés tous les travailleurs et techniciens de l'industrie ou des laboratoires, privés et publics, et pas seulement ceux qui travaillent dans les sciences appliquées. Ici, il faut souligner que la présence et le rôle des sciences humaines et sociales sont absolument essentiels. Il s'agit donc de travail en commun et de confrontation, des producteurs de science avec tous les autres. Confrontation à partir de l'activité sociale réelle de chacun, autrement dit, fondée non pas sur un rapport unilatéral, un rapport de simple communication, mais un rapport d'élaboration commune. Nous devons avant tout privilégier les rapports avec le public certes, mais le public sous forme organisée: ce public qui, sur une base effective, sur la base de son activité sociale, peut engager un rapport de confrontation et de collaboration. Il s'agit donc d'abord des partenaires structurés, des associations, des clubs de scientifiques amateurs, des professions organisées (comme les ingénieurs, les enseignants), des syndicats ouvriers, agricoles aussi, des comités d'entreprise, des municipalités, des collectivités locales. Il nous faut créer des *lieux communs de la science*, où cette confrontation puisse avoir lieu.

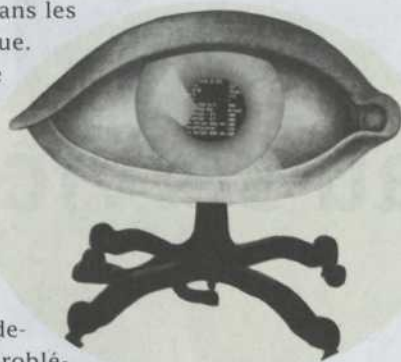
Pour en revenir maintenant aux scientifiques, cette orientation nous impose une double exigence. D'abord la modestie: nous avons tout à apprendre, nous ne savons pas grand-chose, nous ne sommes pas à la hauteur des tâches qui nous attendent, et nous avons besoin de nous recycler complètement, de refaire tout notre apprentissage. Beaucoup de modestie, mais, deuxième exigence, beaucoup d'ambition aussi. Cette tâche de mise en culture ne peut être considérée comme un supplément d'âme que nous nous donnerions pour le bien public, une sorte de missionnariat bénévole; elle doit faire partie intégrante de notre activité professionnelle. Autrement dit, si nous voulons remplir ces tâches aussi sérieusement qu'elles se posent à nous, nous sommes à la veille d'une mutation dans la définition même de la profession, de ce qu'est la recherche scientifique, et justement, il ne s'agit plus

seulement de recherche... Il s'agit aujourd'hui de donner une nouvelle définition des tâches professionnelles du scientifique, qui doivent inclure de façon indissoluble la recherche, c'est-à-dire la production d'un savoir nouveau, mais aussi la diffusion de ce savoir, la discussion de ce savoir avec toutes les forces sociales concernées. Il s'agit d'inventer de nouveaux modes d'évaluation des travaux scientifiques, de nouveaux critères de promotion, de nouveaux critères dans les carrières de la recherche scientifique. Enfin, il s'agit de mettre au point de nouveaux moyens de formation, pour que tout scientifique, à l'avenir, soit formé non seulement à sa discipline propre, mais également à l'histoire, à la philosophie, à l'économie, à la politique de la science.

En conclusion, je crois que nous devons dépasser complètement la problématique de la vulgarisation, pour une problématique de mise en culture de la science et de la technique, avec pour objectif de changer la société dans laquelle nous vivons. Et changer cette société, ce sera nécessairement changer la science. Changer la science que nous faisons, son organisation comme ses orientations. Car, pour terminer sur une paraphrase de la célèbre thèse de Marx sur Feuerbach, nous avons beaucoup interprété la science, mais il s'agit aussi de la transformer.

RÉFÉRENCES

1. ROQUEPLO, Philippe. *Le Partage du savoir*, coll. «Science ouverte», Paris, Seuil, 1982.
2. Pour ce point, comme pour la plupart des arguments ici rassemblés, voir J.-M. LÉVY-LEBLOND, *L'Esprit de sel. Science, Culture, Politique*, coll. «Points-Sciences», Paris, Seuil, 1984.



Texte extrait de «La vulgarisation: mission impossible», Jean-Marc LÉVY-LEBLOND, dans *Mettre la science en culture*, Anais, 1986, p. 15-20.



SCIENCECLIPS

Le nez au service des anthropologues

DAVID HOWES, PROFESSEUR, DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT DE SOCIOLOGIE ET D'ANTHROPOLOGIE À L'UNIVERSITÉ CONCORDIA, UTILISE UN OUTIL DE TRAVAIL BIEN DIFFÉRENT DE CELUI DE SES CONFRÈRES ET CONSCÈURS POUR SES RECHERCHES SUR LE TERRAIN: SON



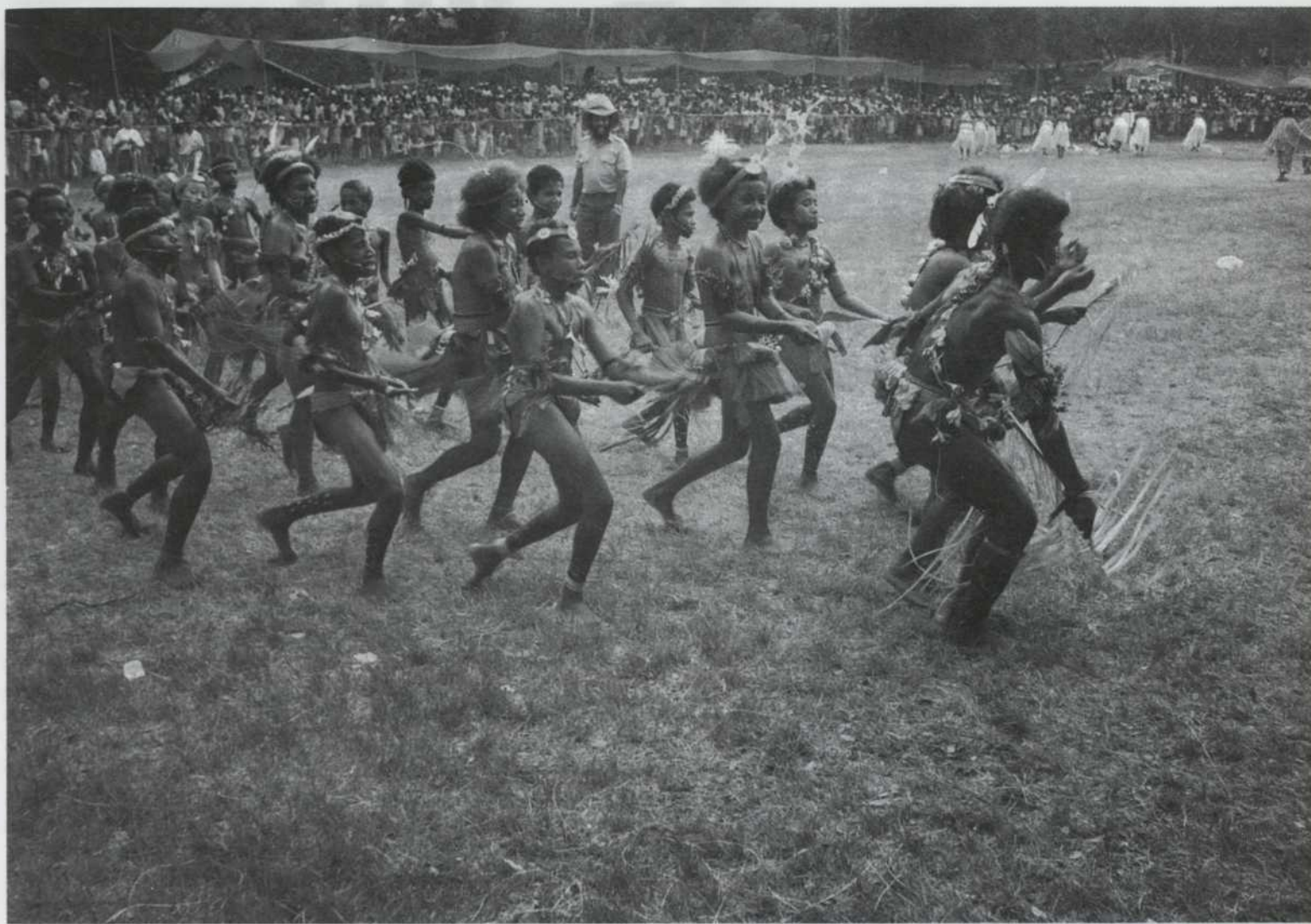
NEZ. SELON LUI, DANS NOS CIVILISATIONS OCCIDENTALES, L'ODORAT EST UN SENS PEU «ACTIF» COMPARÉ À LA

vue, alors qu'il n'en est pas de même dans d'autres pays, habités par des sociétés plus «audio-olfactives» qu'«audiovisuelles».

Nouveau champ d'études ouvert il y a environ cinq ans, l'«anthropologie des sens» ou «anthropologie sensorielle» repose sur le principe que si chaque culture possède son propre usage des sens, il faut alors, pour bien comprendre chacune des cultures, saisir surtout le sens... de ses sens. L'anthropologie sensorielle a trait précisément à la façon dont des sociétés peuvent être classifiées comme ayant plus de goût que d'autres (par exemple, la société française comparativement à la société britannique), ou encore, comme étant plus orales-auditives que visuelles (par exemple, les sociétés sans écriture, qui dépendent plus de l'oreille que de l'œil pour la communication).

Armé de cette nouvelle technique de recherche, David Howes est parti «sentir» les Kwomas, un peuple très coloré et très odorant de Papouasie (Nouvelle-

Guinée). Il a notamment observé que pendant certaines festivités, les gens de cette région, loin de masquer leurs odeurs, les accentuaient plutôt en s'enduisant le corps de différentes matières odorantes — graisses animales, huiles végétales, fleurs, peinture — et qu'en plus, non satisfaits de ces différentes émanations, ils mâchaient certains aliments, comme des graines de moutarde, qui rendaient l'haleine quelque peu fétide. L'anthropologue a constaté que loin d'adopter les critères de «beauté» des Occidentaux, qui se désodorisent le corps, les Kwomas, en utilisant des substances parfumées, cherchent non pas surtout à attirer, mais bien à dominer les personnes du sexe opposé. Le chercheur fait remarquer que maintes études ont déjà porté, certes, sur la magie et la sorcellerie chez ce peuple, mais elles ont toutes négligé le côté olfactif pour se concentrer, entre autres, sur l'aspect linguistique. Or, pour ces habitants, le pouvoir du charme repose d'abord non sur la structure grammaticale des formules magiques, mais sur les senteurs, les arômes. Le fait que les Kwomas attribuent du pouvoir aux senteurs des objets inertes, des plantes, des animaux et des humains, démontre l'importance de l'odorat dans leur culture, notamment en tant que moyen de communiquer. Bien sûr, on a déjà photogra-



phié leurs fêtes et leurs coutumes, mais en ce qui concerne l'anthropologie sensorielle, ce sont là des images « désodorisées » qui ne peuvent montrer que dans ces sociétés audio-olfactives, les gens ont, par rapport à nos sociétés audiovisuelles, une perception bien distincte du monde. D'où l'importance de telles études. Les futurs et futures anthropologues, en plus de regarder et écouter les cultures, devront les sentir, les toucher, les goûter, afin d'essayer de déterminer la signification et l'importance de chacun des sens pour la construction de la réalité telle qu'elle est définie par une culture.

Lors de son deuxième voyage en Papouasie, David Howes a reçu une sub-

vention du Olfactory Research Fund, un organisme privé new-yorkais qui étudie les réactions humaines aux odeurs et, notamment, les aspects thérapeutiques qui pourraient en découler. Fortement intéressé par les études de David Howes, l'organisme l'a chargé d'aller étudier l'aromathérapie en Argentine. Certaines des expériences de Howes seront décrites dans un livre qu'il doit prochainement publier en collaboration avec ses collègues Constance Classen et Anthony Synnott aux éditions Routledge, sous le titre: *Aroma: the Cultural History of Smell*.

PASCAL MILLET

PHOTOS: DAVID HOWES



Politique

de la version montréalaise



PHOTO: VILLE DE MONTRÉAL

LES PARTIS PROGRESSISTES MUNICIPAUX CRÉÉS DANS LES ANNÉES 1970 SONT-ILS EN TRAIN DE DISPARAÎTRE DE LA CARTE POLITIQUE DES GRANDES VILLES NORD-AMÉRICAINES? APRÈS LOS ANGELES ET NEW YORK, MONTRÉAL SERA-T-ELLE LA

PROCHAINE MÉTROPOLÉ À OPTER POUR UN GOUVERNEMENT AUX VALEURS POLITIQUES PLUS CONSERVATRICES? DE

l'avis de la politicologue Louise Quesnel, le maire Jean Doré a encore malgré tout de bonnes chances d'obtenir un troisième mandat aux prochaines élections municipales de Montréal.

« Jean Doré peut compter sur un parti politique très solide et sur une machine électorale bien rodée », soutient la politicologue de l'Université Laval, spécialiste de la politique locale. Elle ajoute que le Rassemblement des citoyens de Montréal (RCM) a l'avantage d'affronter une opposition éparpillée, un scénario qui ressemble d'ailleurs à celui de 1990. « Bien sûr, nuance-t-elle, d'ici aux élections, il peut survenir beaucoup d'événements qui influenceront sur le vote. » Il faudra voir aussi quelles positions prendront les grands quotidiens montréalais, qui joueront encore une fois un rôle important au cours des élections municipales.

Pour effectuer de telles prévisions, Louise Quesnel s'inspire des recherches qu'elle poursuit actuellement en collaboration avec Jacques Léveillé, politicologue à l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Le politicologue et urbaniste Serge Belley, maintenant à l'emploi de l'Union des municipalités du Québec, a aussi participé aux travaux. Grâce à une

subvention du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH), les chercheurs s'interrogent à propos de la gouverne politique des grandes villes tout en s'intéressant à la dynamique des partis politiques à Montréal et à Toronto durant la période 1960-1991. Est-il encore possible de gouverner les grandes villes? Quel est l'effet de la mise en place des communautés urbaines sur ce pouvoir politique? Quelles sont les relations entre le maire et le conseil municipal? Quelle importance les partis politiques ont-ils sur la scène municipale? Quel est l'avenir des mouvements progressistes en politique locale? Ce sont là les principales questions auxquelles tente de répondre l'équipe de recherche.

Les résultats préliminaires de l'étude, qui devrait donner lieu à la publication d'un livre l'automne prochain, mettent en lumière l'existence de certaines différences entre Toronto et Montréal. « La présence d'un plus grand nombre de partis politiques à Montréal, explique Louise Quesnel, a un effet important sur la mobilisation des élites politiques, c'est-à-dire des gens qui posent leur candidature aux postes de conseillères et de conseillers. » En effet, le nombre de candidatures est beaucoup plus élevé à Montréal qu'à Toronto. Par exemple, en 1978, il y en a eu 164 à Montréal contre 57 à Toronto.

Les partis politiques semblent aussi favoriser la présence des femmes parmi les personnes candidates. À Montréal,



municipale:

à la version torontoise

les femmes constituaient 30 p. cent de ces personnes en 1990 contre seulement 4,7 p. cent en 1970. À Toronto, l'augmentation est moins marquée, la proportion passant de 17 p. cent à 23 p. cent pendant la période correspondante. «Ce sont les partis politiques progressistes comme le RCM qui ont contribué le plus à cette augmentation, obligeant les autres partis à les imiter.»

Par contre, les «minorités culturelles» ont accompli moins de progrès au cours de la même période. «À Toronto, où le multiculturalisme est une réalité plus ancienne, poursuit Louise Quesnel, certaines minorités culturelles sont parvenues à s'intégrer à la scène politique locale. C'est le cas notamment des Italiens, des Grecs et des Portugais. De fait, à Toronto, environ 10 p. cent des personnes élues au conseil municipal appartiennent à une de ces minorités, une proportion supérieure à celle notée à Montréal. Toutefois, les minorités dites «visibles» sont encore absentes de la scène politique municipale. Aucun Noir, aucune Noire ne siègent à Montréal ni à Toronto.»

Le nombre de partis politiques municipaux semble aussi influencer sur le taux de participation aux élections. C'est particulièrement vrai lorsque le maire sortant ne sollicite pas un autre mandat. La présence d'un plus grand nombre de partis à Montréal expliquerait, selon la politologue, la bonne participation électorale dans cette ville. Depuis 1969-1970, le taux de participation oscille entre 36 p. cent et 53 p. cent à Montréal alors qu'il varie de 31 p. cent à 46 p. cent à Toronto. La métropole ontarienne se distingue cependant par une plus grande fréquence des élections (10 contre 6 à

Montréal) et un renouvellement plus élevé des maires (8 contre 3 à Montréal depuis 1954). «La discipline de parti est cependant plus forte à Montréal qu'à Toronto, où les coalitions changent en fonction des dossiers politiques», explique Louise Quesnel.

D'ailleurs, le RCM constitue en soi un phénomène intéressant. Il faut se rappeler qu'en 1974, ce sont des représentants de groupes environnementalistes, du mouvement ouvrier, du Parti québécois et du Nouveau Parti démocratique (NPD) qui ont fondé le Rassemblement des citoyens de Montréal. «Il est assez étonnant, constate Louise Quesnel, de voir que cette coalition s'est relativement bien maintenue pendant 20 ans.» Il y a bien eu quelques scissions qui ont donné lieu à la création de partis à gauche du RCM, mais ces crises n'ont pas réussi à ébranler ce dernier sur la scène électorale. «Il semble que les différents éléments du parti évitent d'aborder les sujets qui pourraient les diviser, comme la question nationale», avance Louise Quesnel pour expliquer cette longévité.

Le RCM constitue un parti politique très organisé et hiérarchisé. «Les militants et militantes du RCM exercent ainsi un meilleur contrôle sur leurs élus et élues qu'à Toronto, où environ 50 p. cent des décisions sont prises sans considérer la ligne du parti», souligne Louise Quesnel. Le parti du maire Doré a aussi fait sa marque par la création de comités permanents du conseil, qui valorisent le rôle des conseillères et des conseillers, et par la mise en place de comités d'arrondissement. Les partis à droite du RCM ne manquent d'ailleurs pas les occasions de critiquer ces mesures, qu'ils considèrent inefficaces et coûteuses.



«Ce sera sans doute un des points importants de la prochaine campagne, estime Louise Quesnel, et la véritable menace pour le maire Doré viendra probablement des partis plus conservateurs et non des partis nés des scissions au sein du RCM.»

GILLES DROUIN

PHOTO: PETER GOODWIN / VILLE DE TORONTO



Des boues d'épuration

propres, propres, propres

LES BOUES D'ÉPURATION POURRAIENT BIENTÔT ÊTRE UTILISÉES, SANS DANGER POUR L'ENVIRONNEMENT, COMME ENGRAIS EN AGRICULTURE ET EN FORESTERIE. DES CHERCHEURS DE L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE (INRS-EAU) ONT, EN EFFET, EXPÉRIMENTÉ AVEC SUCCÈS UN RÉACTEUR BIOLOGIQUE CAPABLE D'EXTRAIRE AVEC EFFICACITÉ

les métaux néfastes pour l'environnement que ces boues contiennent.

« Ce réacteur permet d'obtenir un taux global d'extraction de 75 p. cent pour ce qui est des principaux métaux (cadmium, cuivre, manganèse et zinc)



présents dans les boues, soutient Guy Mercier, l'un des deux chercheurs de l'INRS-Eau qui a collaboré à ce projet. Avec un taux semblable, nous respectons les normes du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Les boues peuvent alors être utilisées, en toute sécurité, comme engrais. » Un

engrais excellent pour les sols agricoles et forestiers, car la matière organique présente dans les boues est riche en carbone, en azote et en phosphore. Rien de mieux pour nourrir un sol à bon marché, tout en valorisant un résidu qui serait autrement enfoui au dépotoir ou incinéré.

La production de ces résidus est d'ailleurs en augmentation constante au Québec. Depuis le début des années 1980, le nombre d'usines d'épuration des eaux usées municipales est passé de 3 à près de 340. Conséquence : plus de 180 000 tonnes de boues sèches (car les boues renferment, au départ, plus de 95 p. cent d'eau) seront produites au Québec d'ici l'an 2000.

Mais attention, ne dramatisons pas ! Cette quantité demeure tout de même une goutte d'eau dans l'océan de déchets solides produits chaque année au Québec (environ 7,2 millions de tonnes). La valorisation de cette petite quantité de résidus pourrait de plus avoir un effet positif sur l'environnement. En agriculture, par exemple, elle permettrait de remplacer le tiers des 500 000 tonnes d'engrais chimiques polluants utilisés chaque année.

Le réacteur biologique développé par l'INRS-Eau semble donc destiné à un brillant avenir. Tout cela grâce au travail assidu d'une bactérie qui digère les métaux contenus dans les boues et les re-

jette sous forme soluble, facilitant ainsi leur retrait des boues. Des conditions favorables doivent cependant être mises en place pour assurer le succès de l'opération. « Les boues doivent séjourner en enceinte fermée (réacteur) environ 18 heures, affirme Denis Couillard, l'autre chercheur de l'INRS-Eau ayant participé aux travaux. Pendant ce temps, on procède à une pré-acidification des boues et le pH est abaissé à 4 p. cent. On ajoute constamment de l'air pour assurer la prolifération des bactéries (car le processus se déroule en phase aérobie). À la fin de l'opération, le taux d'extraction de chacun des métaux varie entre 60 et 80 p. cent.

Qu'advient-il ensuite des métaux récupérés ? « Pour l'instant, la meilleure solution consiste à les concentrer et à les envoyer ensuite à un centre de traitement, comme Stablex à Blainville, pour stabilisation, affirme Guy Mercier. Éventuellement, ils pourraient être vendus à des industries métallurgiques, lorsque leur séparation sera économiquement rentable. »

Une expérience pilote portant sur le procédé de décontamination des boues d'épuration a confirmé sa viabilité économique. Elle a été menée à l'usine d'épuration de la base militaire de Valcartier, qui possède une installation de traitement capable de satisfaire une population de 5 000 à 8 000 habitants. Par la suite, l'utilisation expérimentale des boues assainies comme engrais dans la culture de l'orge s'est révélée un succès.

STÉPHANE GAGNÉ

PHOTO: GUY MERCIER / INRS-EAU



Compter les bélugas : un dur métier

L'ÉTÉ DERNIER, DES CHERCHEURS DE L'INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE (IML), CE CENTRE DE RECHERCHES DE PÊCHES ET OCÉANS CANADA À MONT-JOLI, ONT SURVOLÉ LA BAIE D'HUDSON

et la baie James pour tenter de dénombrer les bélugas présents dans ces régions. Dur métier.

« Nous avons tout d'abord commencé par établir très précisément notre itinéraire sur papier, raconte Michael Kingsley, responsable des lignes parallèles orientées Est-Ouest, régulièrement espacées, à une altitude de 460 m. Chaque fois que nous repérons un béluga, nous devons noter sa distance à la verticale de l'avion. C'est ainsi qu'on détermine la densité de bélugas.

« Toutefois, pour le dénombrement, nous devons tenir compte de la perte de visibilité: même si l'on voit des animaux jusqu'à 2,5 km de l'avion, à cette distance, notre vision n'est pas très fiable et les données recueillies doivent être corrigées », précise le chercheur. Dans la pratique, on commence par chercher quelle est la largeur de la bande d'eau dans laquelle la densité de bélugas observée est la plus élevée et reste à peu près constante tout au long de nos relevés. » Dans le cas de la baie James, cette bande mesure entre 900 et 1400 m de large. « On fait alors l'hypothèse qu'à l'intérieur de cette bande, la visibilité est parfaite. Plus loin de nous, la visibilité diminue et fatalement, on n'observe pas tous les bélugas. Cependant, si l'on fait l'hypothèse que la densité de béluga



est constante dans toute la baie, on peut, à partir de la densité moyenne de bélugas dans la bande de visibilité parfaite et du nombre total de bélugas observés, déterminer une largeur de bande théorique de visibilité parfaite, qui contiendrait tous les bélugas. Dans notre cas, cette bande mesure environ 1800 m de large. » Par la suite, il ne nous reste qu'à faire le rapport entre l'aire survolée (en ajoutant toutes les bandes de 1800 m de large parcourues) et celle de la baie pour avoir une bonne estimation de la population totale de bélugas.

Dans la baie James, les chercheurs ont ainsi parcouru 26 bandes distantes

les unes des autres de 10 milles nautiques. Ils ont observé 295 bélugas, ce qui donne une estimation de 3000 à 4000 bélugas visibles dans cette baie. Dans la baie d'Hudson, plus surveillée car la chasse y est pratiquée par les communautés inuit, les bandes n'ont été espacées que de 5 milles nautiques. « Là, notre estimation est d'environ 1000 bélugas. » Que dire de ces chiffres? En 1985, une équipe de l'IML dirigée alors par le P^r Smith avait survolé ces deux régions et estimé la population de bélugas à 1213 individus dans la baie James et à environ 1000 dans la baie d'Hudson. « N'allez surtout pas en conclure que la

PHOTO: D.W. DOIDGE / MAKIVIK CORP.

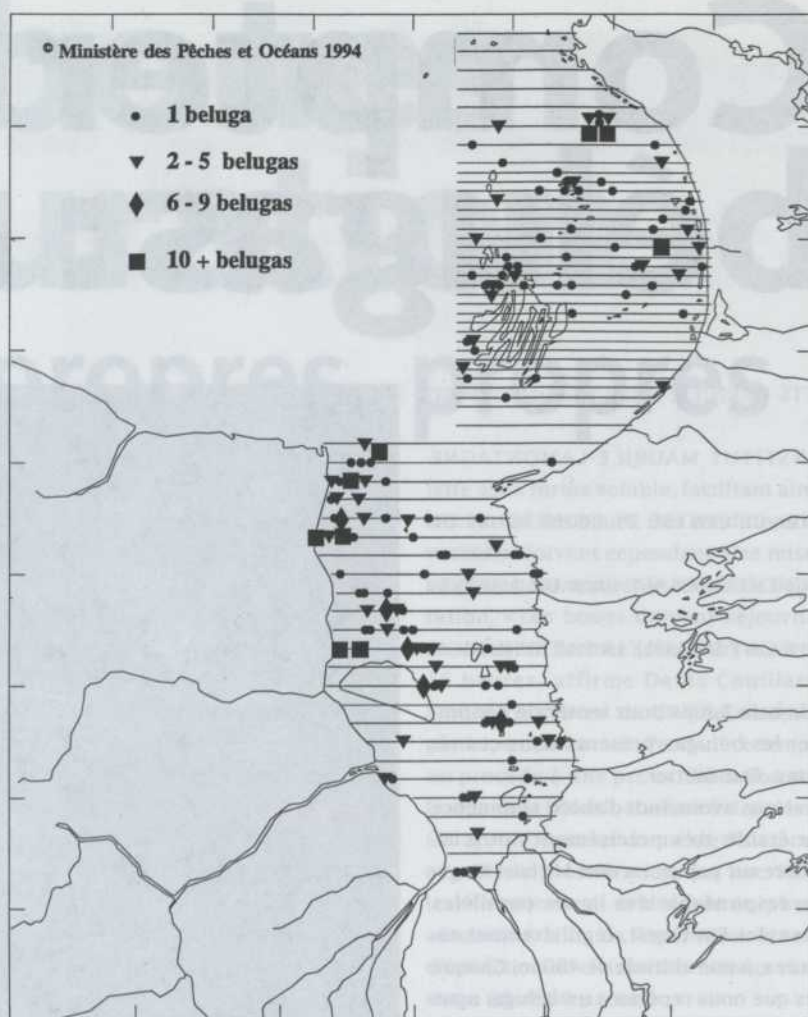


population a augmenté ou stagné», précise avec empressement Michael Kingsley. En 1985, les conditions étaient différentes. Par exemple, le nord-ouest de la baie James était recouvert de nombreux blocs de glace flottante, que nous n'avons pas vus cet été. On ne connaît pas non plus les variations naturelles d'une année à l'autre de la population de bélugas dans cette région. Il faudrait encore bien d'autres survols pour qu'on puisse risquer de comparer les résultats.

De plus, les survols ne permettent de dénombrer que les bélugas visibles en surface et non ceux qui évoluent en profondeur. «Jusqu'à très récemment — même si nous savions que les chiffres que nous avançons ne correspondent pas au nombre réel de bélugas —, nous n'avions aucune méthode pour corriger nos résultats en tenant compte de la plongée des animaux. Les biologistes parlaient toujours d'animaux «visibles» au moment des recensements. Avec de nouveaux moyens d'observation, on commence à avoir une idée de la façon d'établir un correctif», dit prudemment Michael Kingsley.

En effet, les chercheurs ont mis au point un instrument de mesure qui, fixé par un fil de nylon dans la crête dorsale du béluga, est capable d'enregistrer combien de temps il passe sous l'eau, quelle est sa profondeur de plongée maximale et combien de temps il reste à chaque profondeur. Un appareil similaire est déjà utilisé pour les mammifères marins qui ont un domicile fixe, comme les phoques: lorsque l'animal revient chez lui, il suffit de détacher l'enregistreur et de lire les données. Pour les bélugas, moins casaniers, il a fallu doubler l'enregistreur d'un émetteur satellite. «Nous capturons les bélugas pour fixer l'émetteur enregistreur dans leur dos, puis nous les relâchons le plus rapidement possible. Ensuite, le satellite reçoit un signal chaque fois que le béluga ressort de l'eau et les données arrivent directement dans nos bureaux de Mont-Joli!», explique le biologiste.

Six émetteurs ont été installés l'été dernier. Au total, ils ont fonctionné pendant 170 jours et les chercheurs ont recueilli 4423 émissions. Ils doivent main-



tenant faire le tri dans cet amas de données, repérer les erreurs de transmission du satellite, avant d'avoir une idée précise du mode de plongée de ces six bélugas. «Mais, précise Michael Kingsley, cette solution pour déterminer les caractéristiques de plongée n'est pas idéale. En effet, la capture est toujours risquée. Elle représente un stress éprouvant, et l'on ne sait jamais comment l'animal y réagira. Il peut même parfois être fatal. Dans la baie James, où les bélugas sont nombreux et en bonne santé, le risque est moindre, mais cela vaut-il vraiment la peine d'appliquer cette technique aux bélugas du Saint-Laurent, beaucoup plus affaiblis? Je ne le crois pas.» Le compteur universel de bélugas reste à inventer.

VALÉRIE BORDE

OBSERVATION DES BÉLUGAS DANS LA PARTIE EST DE LA BAYE D'HUDSON ET DE LA BAYE JAMES.



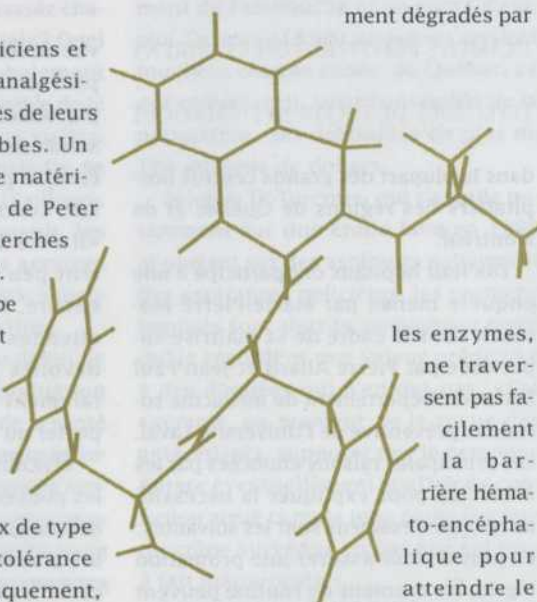
Des molécules trafiquées pour tromper la douleur

ENCORE DE NOS JOURS, QUI DIT « MÉDICAMENTS » DIT INÉVITABLEMENT « EFFETS SECONDAIRES ». LES OPIACÉS, CES MOLÉCULES UTILISÉES POUR SOULAGER LA DOULEUR ET DONT LA MORPHINE EST LE PLUS CLASSIQUE REPRÉSENTANT, N'ÉCHAPPENT PAS À CETTE RÈGLE. EN EFFET, TOLÉRANCE, DÉPENDANCE ET DÉPRESSION RESPIRATOIRE SONT PLUS SOUVENT QU'AUTREMENT AU RENDEZ-VOUS.

D'où le rêve de bien des cliniciens et cliniciennes: voir les effets analgésiques de ces molécules dissociés de leurs effets secondaires indésirables. Un rêve qui vient peut-être de se matérialiser dans les éprouvettes de Peter Schiller, de l'Institut de recherches cliniques de Montréal (IRCM). Le docteur Schiller et son équipe viennent de mettre au point une nouvelle famille d'opiacés qui ont la particularité d'activer les récepteurs de type « mu » responsables de l'effet analgésique et, en même temps, de bloquer ceux de type « delta », responsables de la tolérance et de l'accoutumance. Techniquement, on parlera donc d'« opiacés mixtes agoniste mu/antagoniste delta ». Cette découverte faite en collaboration avec Astra, une compagnie pharmaceutique suédoise, est importante car il s'agit du premier opiacé mixte de nature peptidique jamais trouvé. Les recherches de Peter Schiller portent sur les peptides, de courtes chaînes d'acides aminés qu'il modifie pour tenter de les

améliorer. Un travail nécessaire, car l'utilisation thérapeutique à long terme de peptides opiacés naturels tels que les endorphines ou les enképhalines, que l'on trouve naturellement dans notre organisme, pose de sérieux problèmes.

Ces peptides sont rapidement dégradés par



les enzymes, ne traversent pas facilement la barrière hémato-encéphalique pour atteindre le

cerveau et font preuve de peu de sélectivité pour les récepteurs. « La plupart des peptides sont des chaînes linéaires très flexibles qui adaptent leur structure à l'un ou à l'autre des récepteurs, précise le chercheur. Il faut donc rendre ces peptides plus rigides en formant des cycles, des ponts ou en introduisant des acides aminés artificiels. »

Mais qu'est-ce qui guide le chercheur

dans le choix de ces modifications? Sait-il vraiment qu'en changeant tel acide aminé, il produira tel effet? Bref, peut-on parler d'un véritable « design rationnel de médicaments »? « On s'en approche de plus en plus grâce aux appareils de résonance magnétique nucléaire et de spectroscopie de fluorescence qui, couplés à des logiciels de graphisme moléculaire, nous permettent d'étudier la conformation en trois dimensions des peptides, répond le scientifique. Toutefois, cela ne suffit pas pour nous, s'empresse-t-il d'ajouter. Les récepteurs étant des protéines incrustées dans la membrane des cellules, il est très difficile d'en étudier la structure tridimensionnelle. »

Le degré de rationalité de la démarche est donc proportionnel à ce que l'on sait de la géométrie de la cible, en l'occurrence, ici, le récepteur. Les renseignements disponibles permettront de choisir plus adéquatement les restrictions conformationnelles à donner au peptide au moment de sa synthèse. L'activité biologique du peptide obtenu est alors testée et confirme si l'on est ou non sur la bonne voie. Sans être complètement rationnel, force est d'admettre que ce processus est passablement plus raffiné que les tâtonnements par essais et erreurs d'il y a 20 ans.

Il y a cependant une chose qui dépendra toujours plus de la chance que de la rationalité, estime le chimiste, et c'est le candidat de départ, c'est-à-dire LE peptide qui semble prometteur. Par exemple, un des peptides qui a servi de prototype pour concevoir l'agoniste mu/antagoniste delta a une origine plutôt inattendue. Il provient du clivage enzymatique de la caséine, une protéine que l'on trouve dans... le lait! Le peptide obtenu,



que l'on a appelé « bêta-casomorphine », avait donc à l'origine la propriété d'activer les récepteurs opioïdes de type mu. C'est seulement après un certain nombre de remplacements d'acides aminés et de cyclisations qu'il a acquis aussi la capacité de bloquer les récepteurs delta, devenant ainsi un opiacé mixte agoniste mu/antagoniste delta.

Autre façon de trouver un bon « prospect » : créer des banques de peptides complètement nouvelles. On synthétise alors une quantité phénoménale de peptides en associant les acides aminés selon toutes les combinaisons possibles. À titre d'exemple, pour un hexapeptide (qui comprend six acides aminés), il y aura 64 millions de possibilités ! Cette technique sert surtout à trouver des antagonistes, c'est-à-dire des molécules qui se lient sans produire d'effets. Mais, chose remarquable, on a découvert récemment des agonistes, donc des peptides qui, en plus de se lier, induisent un effet biologique. L'une des trouvailles les plus intéressantes est constituée entièrement d'acides aminés de configuration « D » (non naturelle) et ce peptide ne peut donc pas être facilement dégradé par nos enzymes. Bon point de départ pour un chimiste en quête de stabilité pour sa molécule !

Une autre caractéristique très recherchée pour un médicament potentiel est sa petite taille, qui lui donne accès plus facilement au cerveau. Les peptides opioïdes mixtes de Peter Schiller, avec seulement quatre acides aminés, peuvent atteindre relativement aisément le cerveau. Ce dernier point est vraiment au centre des préoccupations du chercheur. Et il insiste pour dire que, contrairement à ce que l'on a longtemps cru, de petits peptides peuvent, après certaines modifications, traverser la barrière hémato-encéphalique. Selon lui, « comme il y a plusieurs mécanismes en jeu, on peut agir à divers niveaux pour aider la molécule à traverser cette barrière. On peut rendre la molécule plus lipidique, en augmenter la charge positive, etc. »

Dans un autre projet, en collaboration avec Biochem Pharma à Laval et Astra, l'équipe de Peter Schiller cherche à faire exactement... le contraire ! La dé-

couverte, il y a à peine plus de cinq ans, de récepteurs périphériques aux opiacés a pavé la voie à un autre type de médicament antidouleur qui agirait localement. Car le corps lui-même, semble-t-il, relâcherait des opiacés en périphérie dans certaines situations douloureuses comme les inflammations, par exemple. On voit donc l'utilité d'un analgésique

opiacé puissant qui n'affecterait que ces récepteurs périphériques tout en étant absolument incapable d'entrer dans le cerveau. Est-il besoin de rappeler que tous les effets indésirables des opiacés sont des effets centraux, c'est-à-dire prenant naissance dans le cerveau ?

BRUNO DUBUC

Des examens médicaux inutiles

EN 1992, MALGRÉ PLUSIEURS ÉTUDES DÉMONTRANT LEUR INUTILITÉ, DE NOMBREUX

EXAMENS PRÉOPÉRATOIRES FURENT EFFECTUÉS DE FAÇON SYSTÉMATIQUE

dans la plupart des grands centres hospitaliers des régions de Québec et de Montréal.

Dix-huit hôpitaux ont participé à une enquête menée par Marie-Pierre Moreault dans le cadre de sa maîtrise supervisée par Pierre Allard et Jean-Paul Fortin du Département de médecine sociale et préventive de l'Université Laval. Les principales raisons énoncées par les médecins pour expliquer la nécessité de ce type d'examen sont les suivantes : en plus de leur assurer une protection légale, les examens de routine peuvent permettre aux praticiens et aux praticiennes de détecter une anomalie non suspectée, ce qui, dans les deux cas, leur procure un sentiment de sécurité.

De l'avis du Dr Allard, recourir de façon systématique à la radiographie pulmonaire, à l'électrocardiogramme et à des tests de sang ou d'urine avant de pratiquer, sur une personne en bonne santé, une intervention chirurgicale en

vue de remédier à une déformation d'un pied ou à des calculs rénaux, par exemple, témoigne davantage d'une habitude solidement ancrée que d'un souci quelconque pour la personne touchée. De fait, commente Marie-Pierre Moreault, « il a été démontré que ces tests apportent peu de nouvelles données. Plus encore, les résultats anormaux non attendus qui sont occasionnellement dévoilés par ces examens modifient rarement les soins qu'on décide d'apporter au patient ou à la patiente ».

« Encouragée » par la présence de tous les nouveaux appareils qui permettent désormais d'accroître aisément le nombre d'analyses, cette habitude de procéder à des examens de routine peut cependant avoir des effets pernicieux, selon Pierre Allard. « La batterie de tests répétitifs exécutés multiplie la possibilité d'attribuer à une personne une anomalie dont elle ne souffre pas, c'est-à-dire un résultat faux positif », signale le médecin.

Ce problème, qui découle d'un phénomène statistique lié à l'interprétation des tests, est bien connu des médecins.

Pour le contourner, on emprunte l'une ou l'autre des solutions suivantes: ou bien on procède à des examens supplémentaires, ou bien, le plus souvent, on ignore simplement ceux qui ont déjà été effectués!

D'après Fernand Turcotte, également du Département de médecine sociale et préventive de l'Université Laval, toute une autre catégorie d'examen médicaux mérite une attention spéciale: celle des examens imposés à certains groupes



PHOTO: HÔPITAL NOTRE-DAME / SERVICE AUDIOVISUEL

Combien d'examen préopératoires systématiques fait-on ainsi passer chaque année à l'échelle provinciale? Quel coût cela représente-t-il globalement pour les contribuables? Impossible de le dire. Ni les centres hospitaliers visités, ni la Régie de l'assurance maladie ne comptabilisent ces données. D'ailleurs, a pu noter Marie-Pierre Moreault, les directeurs et directrices des services professionnels des hôpitaux s'intéressent très peu à cette question.

En leur faisant parvenir, au début de l'année 1992, le rapport d'évaluation du Conseil de la technologie de la santé du Québec, lequel concluait que la radiographie pulmonaire préopératoire systématique est inutile, la Corporation professionnelle des médecins a somme toute commencé à sensibiliser les gestionnaires des centres hospitaliers à l'importance de se préoccuper de la question des examens préopératoires. «Il reste cependant encore beaucoup à faire, remarque Marie-Pierre Moreault. Compte tenu des contraintes financières auxquelles sont de plus en plus confrontés les hôpitaux, le coût et l'efficacité de tous les examens de routine devraient faire l'objet d'évaluations rigoureuses.»

de travailleuses et de travailleurs au moment de l'embauche et en cours d'emploi. Environ 413 000 personnes seraient touchées chaque année, au Québec, ce qui entraînerait, pour l'ensemble de la population, des déboursés de plus de 100 millions de dollars.

Selon le Dr Turcotte, qui s'appuie notamment sur une étude faite en 1988 et portant sur des aspirants policiers et des aspirantes policières, les examens imposés sont abusifs, notamment parce qu'ils accordent une valeur prédictive à des données qui n'en ont pas: «Par exemple, au moment de la revue des antécédents, supposer que la personne puisse éventuellement souffrir de confusion aiguë compte tenu d'une fracture du crâne survenue en bas âge est tout à fait inapproprié.»

En plus de coûter très cher, ce genre de déductions indues, additionné au taux d'erreur lié à la batterie de tests imposés (on parle de 30 p. cent de faux positifs), conduit néanmoins à la perte d'un emploi pour des milliers de personnes chaque année, et cela, soi-disant pour «motif de santé», déplore Fernand Turcotte.

LYNE LAUZON

Pour connaître l'actualité de la recherche scientifique en santé et en sécurité du travail **Le périodique L'IRSST**



Parmi les thèmes abordés

- Maux de dos
- Lésions attribuables au travail répétitif
- Bruit industriel et vibrations
- Contaminants chimiques ou biologiques
- Sécurité des outils, machines et procédés industriels
- Organisation du travail
- Équipements de protection
- Qualité de l'air dans les édifices non industriels
- Maternité sans danger
- Changements sociologiques et technologiques

Pour un abonnement gratuit

Si vous désirez être informé des recherches menées ou financées par l'Institut, abonnez-vous au périodique L'IRSST, publié trois fois par année, en remplissant ce coupon et en le retournant par la poste ou par télécopieur.

NOM _____
 FONCTION _____
 COMPAGNIE OU ORGANISME _____
 ADRESSE _____
 VILLE _____
 PROVINCE _____ CODE POSTAL _____
 TÉLÉPHONE: (_____) _____
 TÉLÉCOPIEUR: (_____) _____

IRSST, Direction des communications
 505, boul. de Maisonneuve Ouest
 Montréal (Québec) H3A 3C2
 Télécopieur: (514) 288-7636

INTERFACE 94



IRSST
 Institut de recherche
 en santé et en sécurité
 du travail du Québec



TRANSFERTS

PAR LAURENT FONTAINE

Des capteurs à fibre optique sur un brise-glace

L'hiver prochain, des capteurs à fibre optique de l'Institut national d'optique (INO) sillonneront les mers du Nord, accrochés aux pales du *Polar Star*. Ce brise-glace américain parcourra les mers arctiques pour qu'on étudie les

Les capteurs à fibre optique offrent la possibilité d'effectuer avec une grande précision divers types de mesures (pression, température, contraintes mécaniques, humidité). Insensibles à l'humidité la plus sévère et munis d'un système de

contraintes pour mesurer la distribution de la charge sur des véhicules de transport. Son apport à la technologie des capteurs à fibre optique a consisté à utiliser un interféromètre Fabry-Perot combiné à un interféromètre Fizeau pour simplifier la lecture et améliorer la précision des mesures.

Cette innovation a alors intéressé les responsables du Centre de développement des transports (CDT) de Transport Canada et les membres du Programme de recherche et de développement énergétique (PRDE) de Mines et Ressources Canada, un autre ministère engagé dans le projet de recherche international avec le *Polar Star*. L'INO a alors reçu un budget de 375 000 \$ pour implanter sa technologie sur le navire tout en poursuivant la mise au point.

En avril, l'équipe du chercheur responsable du projet, Claude Belleville, installera une soixantaine de jauges sur la pale de l'hélice du *Polar Star*. Avec des capteurs traditionnels, il aurait fallu passer trois fils, pour chaque jauge, à travers l'arbre de l'hélice. Avec les capteurs de l'INO, une seule fibre optique ramènera les données recueillies en continu par les capteurs. Par la suite, des membres du personnel de l'INO navigueront avec le *Polar Star* dans les eaux glacées, pour suivre le système mis au point par leurs laboratoires.

Il ne s'agit pas directement d'un transfert technologique, mais plus d'une collaboration de recherche. Par contre, dès cette année, des chercheurs de l'INO créeront une société au Québec pour commercialiser les systèmes de capteurs à fibre optique mis au point par l'Institut. Ces derniers peuvent, en effet, intéresser de nombreuses entreprises qui ont à mesurer des microdéplacements dans la structure de ponts, de barrages, etc. On pourrait même utiliser cette technologie pour étudier la stabilité du Stade olympique.

contraintes que doivent supporter les coques et les hélices des navires soumis aux pressions des glaces. L'étude, menée conjointement par la Finlande, les États-Unis et le Canada, permettra à la fois de mieux connaître les conditions de naufrage en eaux difficiles et d'élaborer une réglementation pour les navires.

compensation thermique, ils offrent, à l'inverse des capteurs traditionnels, une très grande résistance aux milieux difficiles: l'eau, la chaleur et le froid, l'acide et les champs électromagnétiques.

Avec l'aide du ministère des Transports du Québec, l'Institut a d'abord mis au point un système de capteurs des con-





« Ça » lit vos factures

Le Service de la facturation de Bell Québec est déjà automatisé, mais il faut encore un œil humain pour encoder le montant d'une facture ou d'un chèque remplis à la main. Bientôt, un système mis au point par le Centre d'études en reconnaissance des formes et intelligence artificielle (CENERFIA), de l'Université Concordia, sera capable de lire l'écriture et d'encoder automatiquement le montant inscrit. Bell Québec a signé un contrat de près d'un demi-million de dollars pour permettre à l'équipe du professeur

Ching Y. Suen, directeur du Centre, d'affiner ses recherches et de transférer le système à Bell Québec.

Depuis plus de 20 ans, Ching Y. Suen cherche comment permettre la lecture informatique d'une écriture, en s'inspirant du processus de réflexion des humains. Avec un système multi-expert, le texte est transmis par scanner optique à un ordinateur programmé pour reconnaître les boucles, les lignes verticales et horizontales, les courbes, les intersections, les typologies traditionnelles

de caractères, bref tout ce qui fonde les lettres ou les chiffres d'une écriture.

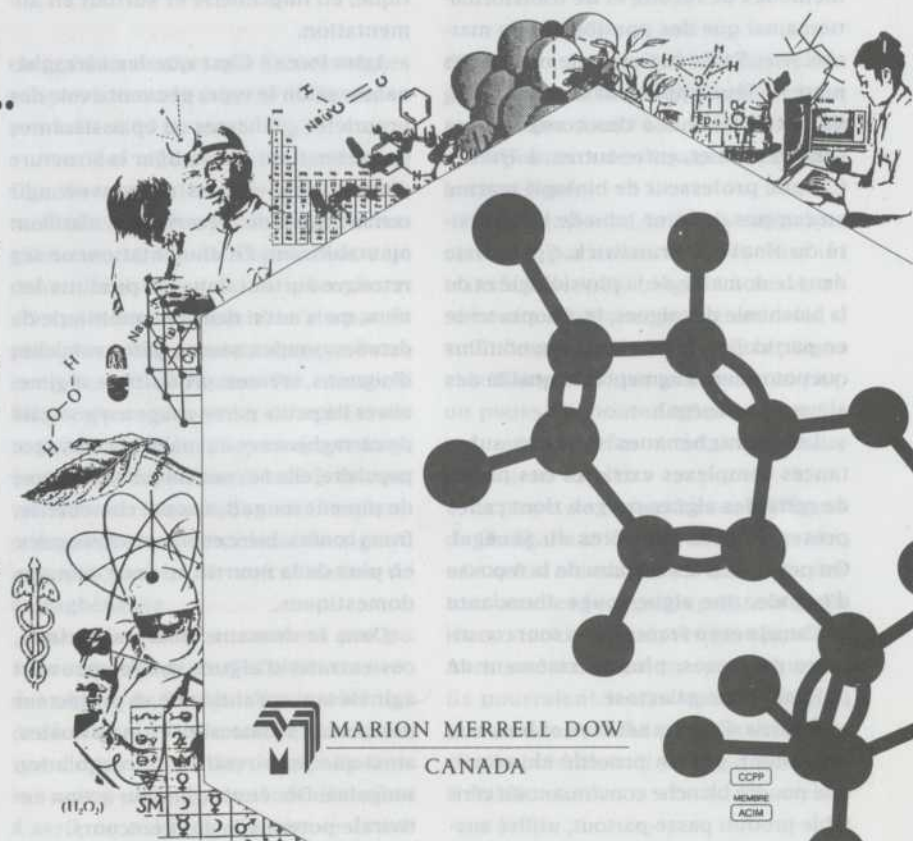
Les ingénieurs et ingénieures se servent déjà des logiciels mis au point par cette équipe pour lire des graphiques, des dessins techniques, des devis et des données affichables graphiquement sur écran. À terme, il s'agit même de créer des systèmes capables de reconnaître, par exemple, des signatures préencodées dans des banques de données... mais on n'en est pas encore là! D'ici trois à quatre ans, un ordinateur sera capable de lire une écriture manuscrite bien formée, et dans 10 ans, de déchiffrer une écriture relâchée (ce qui devrait intéresser les personnes qui ne parviennent pas à se relire elles-mêmes!). Le logiciel mis au point à l'Université Concordia pour Bell Québec devrait être prêt d'ici 1995.

POUR BÂTIR UNE COMPAGNIE EXCEPTIONNELLE...

**Le mandat. Le dévouement.
Le coeur.**

Marion Merrell Dow Canada : une compagnie pharmaceutique hors du commun qui innove en offrant des produits d'ordonnance et des médicaments en vente libre sous des appellations commerciales d'origine, notamment des antihypertenseurs et des anti-angineux, des antihistaminiques non sédatifs, des produits pour le traitement de troubles gastro-intestinaux, des auxiliaires anti-tabagiques et des médicaments contre la toux et le rhume. Une compagnie qui mise sur l'imagination pour créer des médicaments innovateurs à des coûts-bénéfices à l'avantage des Canadiens.

Marion Merrell Dow (Canada) Inc. Pour bâtir une compagnie exceptionnelle grâce à des gens, des valeurs et des produits exceptionnels.



MARION MERRELL DOW
CANADA

CCPP
MEMBRE
ACIM



SCIENCE MONDE

Les vertus de L'ALGUE ROUGE

PAR MARC POIRIER

Dans une étude menée dans
les provinces de l'Atlantique,
on cherche à mettre en valeur
les algues rouges du Sénégal.

Chaque année, sur les côtes du Sénégal, environ 10 000 tonnes d'algues rouges échouent, sèchent et finissent par pourrir en pure perte. Pourtant, ces algues renferment une petite mine d'or. En effet, on peut en extraire un produit très utilisé de nos jours, surtout en alimentation, et dont l'existence est relativement méconnue du grand public: les carraghénanes.

Les Sénégalais voudraient exploiter cette ressource naturelle accessible et renouvelable, mais ils connaissent peu de choses du produit lui-même, des méthodes de récolte et de transformation ainsi que des possibilités du marché. Avec l'aide du Centre de recherches pour le développement international, ils ont fait appel à des compétences canadiennes et, entre autres, à Thierry Chopin, professeur de biologie marine au campus de Saint-John de l'Université du Nouveau-Brunswick. Spécialiste dans le domaine de la physiologie et de la biochimie des algues, M. Chopin tente en particulier de trouver les conditions qui pourraient augmenter la qualité des algues du Sénégal.

Les carraghénanes sont des substances complexes extraites des parois de certaines algues rouges, dont celles présentes près des côtes du Sénégal. On peut aussi les extraire de la mousse d'Irlande, une algue rouge abondante au Canada et en France. Elles sont constituées de sucres, plus précisément de polymères de galactose.

À partir d'algues séchées et broyées, on obtient, par un procédé chimique, une poudre blanche constituant un véritable produit passe-partout, utilisé aus-

si bien dans le domaine du textile (surtout pour l'impression de la soie), des cosmétiques (shampooing, produits de beauté, crème à raser) qu'en pharmacie, en imprimerie et surtout en alimentation.

Leur force? C'est que les carraghénanes, selon le type, peuvent avoir des propriétés gélifiantes ou épaississantes qui permettent de modifier la structure d'un liquide, en plus de pouvoir agir comme agent de préservation, clarifiant ou stabilisant. En alimentation, on les retrouve surtout dans les produits laitiers, mais aussi dans une multitude de denrées: soupes, sauces, pâtes, rondelles d'oignons, crèmes, produits de régime, olives (la petite partie rouge est une pâte de carraghénanes et, malgré la croyance populaire, elle ne contient pas un gramme de piment rouge!), sirops, charcuterie, fruits confits, bière et vin, produits gelés, en plus de la nourriture pour animaux domestiques.

Dans le domaine pharmaceutique, ces extraits d'algues rouges peuvent agir en tant qu'antiacide et protecteur des parois stomacales et intestinales, ainsi que pour retarder la coagulation sanguine. Des études sur leur action antivirale potentielle sont en cours.

Il est donc facile de comprendre l'intérêt de plusieurs pays envers la production de carraghénanes, qui atteint 12 500 tonnes par année. Le marché est contrôlé à 85 p. cent environ par trois grandes sociétés de France, des États-Unis et du Danemark, qui exercent un quasi-monopole sur le produit fini. Quant à la matière première, elle provient de plusieurs coins du monde. Environ 50 000 tonnes d'algues rouges séchées sont achetées par an.

Jusqu'à il y a une vingtaine d'années, environ 70 p. cent des algues transformées en carraghénanes provenaient du Canada. Il y a même eu une tentative d'exploitation sur place: une usine a été construite dans les années 1980 à l'Île-du-Prince-Édouard par des intérêts japonais, mais, erreur monumentale, elle était conçue pour l'extraction d'un autre produit d'algues, similaire aux carraghénanes: les alginates, présentes seulement dans les algues brunes. L'usine a fermé...

Le Canada n'est maintenant responsable que de 15 p. cent de la production annuelle d'algues rouges séchées, les Philippines ayant repris le flambeau avec 70 p. cent de l'approvisionnement mondial. Ce dernier pays cultive maintenant ses algues et produit lui-même des carraghénanes. Toutefois, contrairement aux trois plus grands pays producteurs, il s'agit dans ce cas de carraghénanes non pas purs, mais semi-raffinés.

Auparavant, les carraghénanes semi-raffinés n'étaient utilisés que dans la nourriture pour animaux domestiques. Puis, un jour, ces carraghénanes étant



CETTE CHRONIQUE
EST RENDUE
POSSIBLE GRÂCE À
LA COLLABORATION
DU CENTRE DE
RECHERCHES POUR
LE DÉVELOPPEMENT
INTERNATIONAL
(CRDI)



moins chers à produire que les carraghénanes purs, la chaîne de restaurants McDonald a voulu les utiliser pour son hamburger à faible teneur en calories, le McLean, afin de remplacer la graisse qui tient ensemble la viande hachée. McDonald et le gouvernement des Philippines sont alors parvenus à convaincre la Food and Drug Administration d'accepter les carraghénanes semi-raffinés pour la consommation humaine. « Pour la petite histoire, disons que ce fut un marchandage entre l'acceptation des carraghénanes semi-raffinés contre le maintien des bases militaires américaines aux Philippines, que le gouvernement de ces îles de l'Asie du Sud-Est voulait fermer », souligne non sans sourire M. Chopin. Quant à eux, les pays de la Communauté économique européenne n'ont pas encore accepté l'utilisation des carraghénanes semi-raffinés, mais ce ne serait qu'une question de temps.

D'après Thierry Chopin, la seule option réaliste pour le Sénégal serait la production de carraghénanes semi-raffinés. Le procédé est plus simple et le monopole des trois grands dans le marché des carraghénanes purs est trop difficile à briser. Toutefois, l'élément intéressant au Sénégal, c'est que les algues qui échouent sur les rives sont toutes de la même espèce, ce qui rend la récolte plus facile. De plus, leur présence est concentrée sur une distance assez réduite de 150 km de côte.

L'un des buts de la recherche entreprise il y a un peu plus d'un an est de déterminer s'il est préférable de ramasser les algues soit une fois échouées sur la plage, soit sur le fond de la mer où elles poussent, ou encore, dans les eaux peu profondes entre leur habitat et les rives. Cet aspect est examiné par Pêches et Océans Canada à Halifax.

Pour sa part, Thierry Chopin se concentre surtout sur la composition chimique du type de carraghénane trouvé au Sénégal, l'« hypnéa », afin d'en déterminer les caractéristiques et de découvrir si elles varient selon les saisons. « La composition des carraghénanes

nous permet de dire si l'on en fera un gel ou un épaississant. On pourra alors mieux cibler le marché à exploiter. »

Le chercheur tente aussi d'accélérer la pousse des algues et de leur faire produire davantage de carraghénanes. Présentement, l'hypnéa du Sénégal produit 30 p. cent de sa masse séchée en

d'autres types d'algues en attendant la présente saison. Heureusement, les résultats obtenus l'an dernier pourront être appliqués aux algues que nous venons de recevoir. »

L'approvisionnement en algues sénégalaises a surtout fait défaut l'an dernier parce qu'il n'y a pas beaucoup



PHOTO: T. CHOPIN

carraghénanes alors que d'autres algues rouges, comme la mousse d'Irlande, en produisent 50 p. cent.

Avec des algues en culture, Thierry Chopin teste l'effet des sels nutritifs, notamment le phosphore, sur les carraghénanes. Le rôle de l'azote était déjà connu, mais pas celui du phosphore. « On peut montrer que s'il n'y a pas de phosphore, l'algue ne produit pas beaucoup de carraghénanes. Par contre, si l'on en ajoute un peu, les carraghénanes augmentent. Mais si l'on en ajoute trop, ça retombe à nouveau. Il faut donc trouver la bonne composition en phosphore et on peut ainsi, avec certaines algues, presque doubler la concentration de carraghénanes. »

« On n'a malheureusement pas pu faire encore ce genre d'expériences avec des algues du Sénégal. Des problèmes de récoltes ont fait en sorte qu'on a manqué d'échantillons l'an dernier. Comme la « saison » des algues est de décembre à avril, on a dû effectuer les tests sur

d'habitants du pays qui font de la plongée sous-marine. « Il y a une certaine peur d'aller sous l'eau. C'est très cher aussi pour eux de s'équiper », explique le chercheur.

Une partie du projet sénégalais consiste, par ailleurs, à effectuer un transfert de technologie. Là aussi, on se heurte à certains problèmes. « Ici, il suffit de pousser le bouton de la plaque chauffante pour que ça marche. Là-bas, on pousse le bouton et ça ne marche pas toujours ! Il faut donc s'adapter aux conditions locales. »

Le projet de recherche sur les algues du Sénégal doit durer encore deux ans. « Ce qu'on aimerait, c'est qu'à la fin des trois ans, les Sénégalais puissent gérer leurs stocks et analyser leur produit. Avec une usine-pilote, par exemple, ils pourraient tester les rendements et avoir des produits à envoyer à des clients potentiels. Il y a une réputation à établir. »



LES PRIX DU QUÉBEC 1993

À tout seigneur tout honneur: c'est à notre «grande dame de la mémoire», **Brenda Milner**, que le gouvernement du Québec a remis pour la première fois le **prix Wilder-Penfield** créé en 1993. Considérée comme l'une des fondatrices de la neuropsychologie, Brenda Milner, qui travaille à l'Institut neurologique de Montréal, s'intéresse depuis maintenant 40 ans aux mécanismes de la mémoire et de l'apprentissage.

Par ailleurs, le **prix Léon-Gérin** est allé à **Gérard Bouchard**, professeur à l'Université du Québec à Chicoutimi. Chef de file dans le domaine de l'histoire sociale, ce dernier a bâti le fichier sur la population du Saguenay. Il travaille maintenant à constituer un fichier-réseau englobant l'ensemble des populations du Québec, aux XIX^e et XX^e siècles.

Finalement, c'est au fondateur de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ), **Lionel Boulet**, qu'a été décerné, également pour la première fois, le **prix Armand-Frappier**, créé en 1993. L'IREQ, qui comptait à l'inauguration de ses locaux de Varennes en 1970, 24 chercheurs et chercheuses, en possède maintenant 300.

TABLEAU D'HONNEUR

En janvier dernier, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) remettait les prestigieuses **bourses commémoratives E.W.R. Steacie** à quatre scientifiques canadiens dont **David B. MacFarlane**, de l'Université McGill (physique expérimentale des hautes énergies) et **Christian Roy**, de l'Université Laval (chimie de la pyrolyse sous vide). Les deux autres boursiers sont **Peter Boag** de l'Université Queen's (écologie et génétique moléculaire) et **Mark Lautens** de l'Université de Toronto (chi-

mie organique). Le **prix Steacie** est allé quant à lui à **Verna J. Tunnicliffe** de l'École des sciences terrestres et océaniques de l'Université de Victoria. Finalement, c'est en juin que le directeur du laboratoire de soufflerie à couche limite de l'Université de Western Ontario, **Alan Davenport**, recevra officiellement la **Médaille d'or en sciences naturelles et en génie 1994** que le Conseil vient de lui décerner.

Par ailleurs, l'équipe de l'émission *Aujourd'hui la science*, diffusée le dimanche à la radio AM de Radio-Canada, a élu comme **Scientifique de l'année de Radio-Canada en 1993**, le Dr **Guy Rouleau** du Centre de recherche en neurosciences de l'Hôpital général de Montréal et de l'Université McGill. En collaboration avec des équipes de Boston et de Chicago, le Dr Rouleau a découvert le gène responsable de certaines formes familiales de la sclérose latérale amyotrophique, plus connue sous le nom de «maladie de Lou-Gehrig».

CIRANO: POUR DES ORGANISATIONS EFFICACES ET COMPÉTITIVES

C'est en janvier dernier qu'a été inauguré CIRANO, le Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations, un centre où le ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie investira 5,7 millions de dollars au cours des cinq prochaines années.

La naissance du CIRANO est le fruit d'une étroite concertation entre six établissements universitaires (l'École des hautes études commerciales, l'École polytechnique, l'Université de Montréal, l'Université Laval, l'Université McGill et l'Université du Québec à Montréal), de quatre grandes sociétés publiques et privées (Bell Québec, Hydro-Québec, le Groupe La Laurentienne et la Caisse de

dépôts et de placements) et du ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie.

Contrairement à la situation qui prévaut aux États-Unis et en Europe, les liens entre les entreprises et les organisations, d'une part, et les chercheurs, d'autre part, sont en développement au Québec. C'est pourquoi le CIRANO veut devenir un lieu privilégié de rencontres et d'échanges entre les chercheurs universitaires et les gestionnaires pour faire en sorte que les efforts de recherche des universités répondent mieux aux besoins des organisations publiques et des entreprises. Robert Lacroix en est le président-directeur général.

L'IQRC PASSE À L'INRS

L'Institut québécois de recherche sur la culture (IQRC), créé en 1979, vient de devenir le huitième centre de recherche de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) du réseau de l'Université du Québec. Ce changement, qui permettra notamment à l'Institut de participer à la formation d'étudiants de 2^e et 3^e cycles, ne devrait toutefois pas affecter ses orientations de recherches, soit: la famille, les communautés culturelles, les histoires régionales et les tendances socioculturelles, ainsi que la diffusion de la culture.

DES IMMIGRANTS QUI PARLENT DE PLUS EN PLUS LE FRANÇAIS

Si l'intégration linguistique des immigrants au français demeure en deça de ce qu'on pourrait espérer, on observe un progrès incontestable surtout depuis les 15 dernières années. Le stéréotype voulant que les immigrants aient tendance à favoriser l'anglais dans leurs



UNIVERSITÉ DE MONTREAL

choix linguistiques de tous les jours pourraient même mourir bientôt, si les tendances observées se maintiennent. C'est ce qui ressort d'une étude effectuée par le Conseil de la langue française et rendue publique en décembre dernier.

D'après cette étude, les travailleurs allophones qui ne connaissent ni le français ni l'anglais au moment d'immigrer apprennent davantage le français (proportion de 65 p. cent) que ceux et celles qui connaissent l'anglais au départ. L'usage du français au travail, dans les activités de consommation et dans l'utilisation des médias est plus élevé chez les travailleurs immigrés depuis 1976. Contrairement aux travailleurs allophones nés ici ou immigrés avant eux, ils adoptent davantage le français que l'anglais comme langue d'usage au foyer. Ils se montrent aussi plus favorables aux objectifs de francisation du Québec. De plus, l'étude a révélé une forte influence de l'origine géolinguistique dans les choix linguistiques, les immigrants provenant des pays latins utilisant beaucoup plus le français que les autres.

NOMINATIONS À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

...

Recteur de l'Université du Québec à Hull depuis 1986, M. Jacques Plamondon vient d'être nommé recteur à l'Université du Québec à Trois-Rivières.

Par ailleurs, M. Robert Papineau occupera dès le 16 mars le poste de directeur général de l'École de technologie supérieure (ETS).

Finalement, le mandat de M. Pierre De Celles à la direction de l'École nationale d'administration publique (ENAP) est reconduit pour cinq ans.

Stéphanie a un grand-père. Il vit grâce au stimulateur cardiaque.



Vos dons offrent une
seconde chance à quelqu'un
près de vous.



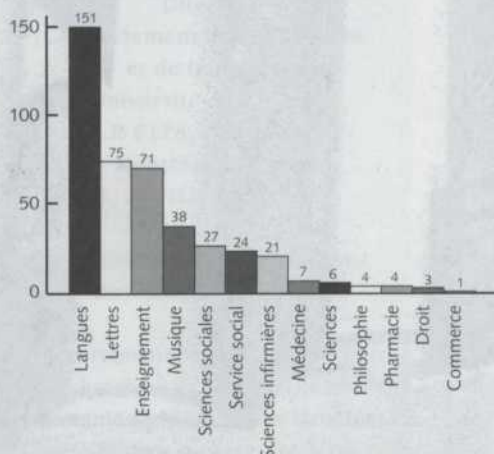
Tél. : (514) 871-1551 ou 1-800-567-8563
Télec. : (514) 871-1464

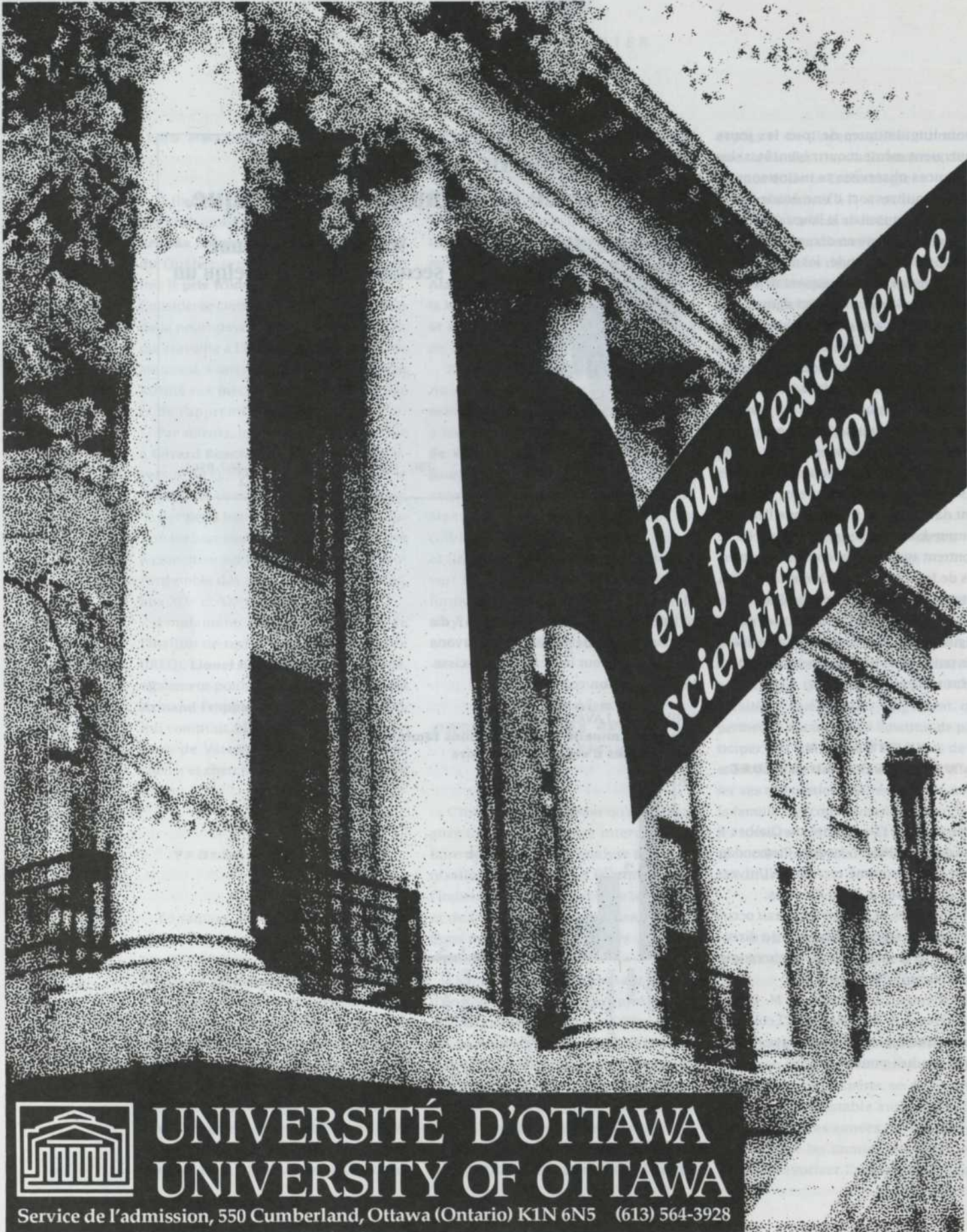
ERRATUM

...

Dans le graphique de la p.47 du numéro de janvier-février, nous avons inversé par erreur les textes en abscisse. Voici la version corrigée:

UNIVERSITÉ LAVAL (1929-1945)
Moyenne annuelle des inscriptions féminines
Programmes d'ordre universitaire





*pour l'excellence
en formation
scientifique*



UNIVERSITÉ D'OTTAWA
UNIVERSITY OF OTTAWA

Service de l'admission, 550 Cumberland, Ottawa (Ontario) K1N 6N5 (613) 564-3928



CHERCHEURS RECHERCHÉS

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

...

DÉPARTEMENT DE PSYCHOLOGIE

Professeur, professeure

Le Département de psychologie recherche une professeure régulière ou un professeur régulier à plein temps, avec rang d'adjointe ou d'adjoint, dans le domaine de la psychologie clinique psychodynamique.

FONCTIONS: enseignement, aux trois cycles, de la théorie et de la pratique clinique psychodynamique, recherche et publication, encadrement d'étudiants et d'étudiantes des cycles supérieurs, supervision de stages cliniques.

EXIGENCES: détenir un doctorat en psychologie ou l'équivalent, avec spécialité en clinique psychodynamique. Formation postdoctorale en psychologie dynamique ou psychanalyse. L'enseignement étant dispensé en français, il faut posséder une maîtrise suffisante de cette langue ou être prête ou prêt à l'acquérir.

TRAITEMENT:

selon la convention collective
DATE D'ENTRÉE EN FONCTION:
1^{er} juin 1994

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae, accompagné de trois lettres de recommandation et de copies de leurs publications récentes, **avant le 15 avril 1994**, à:

Luc Granger
Directeur

Département de psychologie
Université de Montréal
C.P. 6128, succursale A
Montréal (Québec)
H3C 3J7

DÉPARTEMENT DE LINGUISTIQUE ET DE TRADUCTION

Professeur, professeure

Le Département de linguistique et de traduction recherche une professeure ou un professeur de linguistique informatique.

Conformément aux exigences prescrites en matière d'immigration au Canada, la priorité sera accordée, pour ces emplois, aux citoyens canadiens et aux résidents permanents. Ces postes sont ouverts aux femmes ainsi qu'aux hommes.

FONCTIONS: enseignement aux 1^{er} et 2^e cycles, avec encadrement des étudiants et des étudiantes des 2^e et 3^e cycles. Domaines d'enseignement: utilisation et création de bases de données, lexicographie et terminologie informatisée. EXIGENCES: doctorat en linguistique, recherches et publications pertinentes, expérience dans les domaines, enseignement ainsi qu'encadrement d'étudiants et d'étudiantes aux trois cycles. Une bonne connaissance des aides à la traduction assistée serait un atout.

TRAITEMENT:

selon la convention collective
DATE D'ENTRÉE EN FONCTION:
1^{er} janvier 1995

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae et trois lettres de recommandation, **avant le 1^{er} juin 1994**, à:

Jean-Claude Gémard
Directeur

Département de linguistique
et de traduction
Université de Montréal
C.P. 6128, succursale A
Montréal (Québec)
H3C 3J7

DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE

Chercheuses, chercheurs

Le Département de biochimie recherche deux chercheuses ou chercheurs dans le domaine de la biochimie structurale. FONCTIONS: les postes offerts, qui conduisent à la permanence, font partie d'un projet de partenariat avec l'Université McGill et l'Institut de recherche en biotechnologie de Montréal.

EXIGENCES: les personnes recherchées s'intéressent aux relations structure-

fonction dans les macromolécules et sont compétentes dans l'un des domaines suivants: cristallographie des protéines, RMN, approches numériques dans les systèmes biologiques, enzymologie, chimie des protéines.

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae, une description de leur domaine de recherche et au moins deux lettres de recommandation, **au plus tard le 21 mars 1994**, à:

Jurgen Sygusch
Président

Comité de recrutement
Département de biochimie
Université de Montréal
C.P. 6128, succursale A
Montréal (Québec)
H3C 3J7

Charles Cassidy
Marie-Louis Lavertu

Introduction à l'analyse

Fonctions d'une variable réelle

D'abord conçu comme outil pédagogique pour les étudiants du premier cycle universitaire, ce manuel d'analyse mathématique servira également de référence à tous ceux qui enseignent les éléments du calcul différentiel et intégral. *Introduction à l'analyse* présente dans un langage accessible les nombres, les suites, les fonctions continues et différentiables, l'intégration, ainsi que les séries de nombres et de fonctions. Outre de nombreux exemples qui faciliteront l'auto-apprentissage de l'étudiant, on trouvera à la fin de chaque chapitre une sélection judicieuse d'exercices. De courtes notices aideront le lecteur à replacer dans une perspective historique chacune des principales notions abordées.

Charles Cassidy et Marie-Louis Lavertu sont professeurs au Département de mathématiques et de statistique de l'Université Laval.

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL
Cité universitaire, Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4
Tél. (418) 656-5106 Téléc. (418) 656-2600

DÉPARTEMENT DE PHILOSOPHIE

Professeur, professeure

Le Département de philosophie recherche une professeure ou un professeur en études classiques, avec spécialisation en langue et en littérature grecques anciennes.

FONCTIONS: enseignement, recherche, encadrement d'étudiants et d'étudiantes aux trois cycles, dans le cadre du Centre d'études classiques.

EXIGENCES: doctorat en études anciennes ou en philologie classique, ou diplôme équivalent, expérience d'enseignement et de recherche, spécialement dans le domaine de la langue et de la littérature grecques anciennes, avec dossier de publications.

TRAITEMENT:

selon la convention collective

DATE PROBABLE D'ENTRÉE

EN FONCTION: 1^{er} juin 1994

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae ainsi que des lettres de recommandation, **avant le 15 mars 1994**, à:

Richard Bodéüs

Directeur

Département de philosophie

Université de Montréal

C.P. 6128, succursale A

Montréal (Québec)

H3C 3J7

DÉPARTEMENT D'HISTOIRE

Professeurs, professeures

Le Département d'histoire recherche deux professeurs ou professeures en histoire du Canada depuis 1867.

FONCTIONS: enseignement de l'histoire du Canada, encadrement des étudiants et des étudiantes dans l'un des domaines suivants: a) histoire des femmes et de la famille, b) État: institutions et politiques, c) économie canadienne.

EXIGENCES: Ph.D. en histoire avec spécialisation en histoire du Canada depuis 1867, expérience d'enseignement, publications attestant l'intérêt pour la recherche, maîtrise de la langue française.

TRAITEMENT:

selon la convention collective

DATE D'ENTRÉE EN FONCTION:

1^{er} juin 1994

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae, des exemplaires de leurs publications et trois lettres de recommandation, **avant le 15 mars 1994**, à:

John Dickinson

Directeur

Département d'histoire

Université de Montréal

C.P. 6128, succursale A

Montréal (Québec)

H3C 3J7

Grandir au Québec.
Nous y croyions en 1911.
Nous y croyons aujourd'hui.

IBM

Nous sommes ici depuis 1911. Aujourd'hui, notre équipe compte quelque 2 500 employés. A Montréal. A Bromont. Ailleurs au Québec. Et nous serons là demain. Ensemble. Au nom du progrès.

IBM est une marque déposée d'International Business Machines Corporation. IBM Canada Ltée, compagnie affiliée, est un usager inscrit.



MARS - AVRIL

INTÉFACE

MCMXXIV

R E C E N S I O N S

L'ÉTAT
EN FONCTIONNEMENT

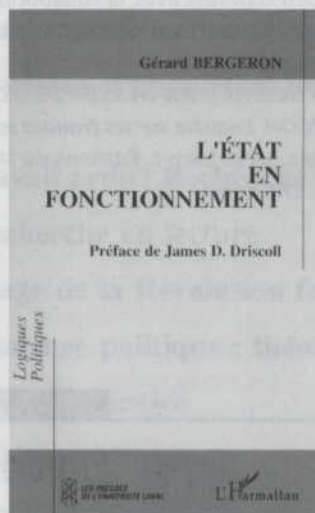
Gérard Bergeron, Presses
de l'Université Laval et L'Harmattan,
1993, 170 pages.

À l'heure des pensées fragiles qui, souffrant sans doute de ne savoir être autonomes, érigent le laxisme en système, ce récent livre de Gérard Bergeron risque d'en heurter plusieurs. Héritier d'une tradition positiviste qui, dans le champ du social, a conduit aux pires excès, Gérard Bergeron aura su résister à l'attrait d'un scientisme de stricte obédience. Il déclarait, dans *La Gouverne politique* (1977), se satisfaire d'une science politique «assez mais pas trop «scientifique»» (p. 10), bien conscient que l'activité théorique dans les sciences du social est nécessairement contingente d'un rapport aux valeurs que n'eurent certes pas renié ni Heinrich Rickert, ni Max Weber. Nulle surprise donc à ce que l'analyse développée par Bergeron dans le but de cerner, selon l'expression qu'il emploie, «le plus gigantesque dispositif de contrôle social que l'homme ait jamais inventé», ne puisse être réduite si facilement à l'expression d'un fonctionnalisme désenchanté.

Il y a en premier lieu (chapitres 1, 2 et 3) l'objet singulier, qui souligne son originalité et témoigne de sa volonté de le théoriser. Il est constitué par les «relations politiques», que Bergeron représente à l'aide du concept de contrôle et auxquelles il attribue six formes distinctes: enregistrement, vérification, surveillance, limitation, direction et domination. Bergeron prend cependant bien soin de préciser que ce concept en est un de «première approximation du politique» qui requiert deux autres concepts, «d'enveloppement» cette fois, lesquels visent en fait à recomposer l'unité dynamique de l'État qu'une lecture analytique aura divisée. Ces concepts sont ceux de «fonctions» et de «niveaux»; ils constituent en quelque sorte

l'armature principale de cette élaboration théorique.

Les fonctions d'abord, qui signalent pour Bergeron — il s'oppose ici à la tradition classique (Locke, Montesquieu) de la séparation des pouvoirs en trois organes: exécutif, législatif et judiciaire — une division en termes d'«opérations politiques immédiatement décisives»: celles de gouvernement, de législation, d'administration et de juridiction. Les



niveaux ensuite, dont le découpage en termes de gouverne de l'État contrôlant (fonctionnalité), de politique de l'État contrôlé (infrafonctionnalité) et de régime de l'État contrôleur (superfonctionnalité) renvoie à des triades dialectiques 1) de fonctionnement et de normes (gouverne), 2) de conduites et de valeurs (politique) et enfin 3) d'organisation et de fins (régime).

Il y a en second lieu (chapitres 4 et 5) l'objet pluriel, qui souligne cette fois sa multiplicité et témoigne de sa volonté de le penser. Cet objet pluriel s'inscrit dans une série de quatre mouvements politiques (peraction; interaction; rétroaction; proaction) qui permettent de dégager, une fois introduites les dimensions de direction et de signification,

quatre types idéaux de régimes politiques: l'«autoritariste», le «bureaucratiste», le «libéraliste», le «communaliste». Par ailleurs, outre ce prisme de l'État unitaire, l'objet pluriel renvoie aussi à ses multiples facettes que sont, selon Bergeron, l'État fédéral et le système interétatique.

L'État fédéral d'abord, où la distinction entre un palier fédéral et un palier provincial est trompeuse, cachant une réalité plus subtile, plus riche et sans doute aussi moins litigieuse — celle des États fédérés, celle de l'État central et celle de l'État fédéral. Le système interétatique ensuite, auquel Bergeron consacre quelques pages dont la valeur est tout au plus «analogique». Ainsi peine-t-il à se dégager ici — il semble d'ailleurs en être parfaitement conscient (p. 140-141, 164) — de l'analogie domestique qui conduit à rechercher, au sein du système interétatique, les concepts d'enveloppement (fonctions et niveaux) propres à l'État et qui, selon toute vraisemblance, ne sont pas présents.

Sans aucun doute est-il heureux que Gérard Bergeron, après nous avoir séduits avec son *Petit Traité de l'État* (1990), ait pris le temps de proposer une synthèse de ses travaux théoriques. D'un accès plus facile que son doctorat *Fonctionnement de l'État* (1965), ce livre-ci vient compléter les perspectives analytique et appliquée qu'il développait respectivement dans *La Gouverne politique* (1977) et dans *La Pratique de l'État au Québec* (1984). D'où le grand intérêt de cet ouvrage qui, près de 30 ans après sa première élaboration, nous est livré ici dans une forme condensée — plus précisément pédagogique (une brève section analytique décompose l'argument en 85 propositions) —, mais ne sacrifiant néanmoins pas la rigueur.

Jean-François Thibault, Centre d'étude des politiques étrangères et de sécurité, Département de science politique, Université du Québec à Montréal

LIVRES REÇUS

Communication, psychologie, philosophie

POUR UNE THÉORIE DE L'INFORMATION GÉNÉRALE. *Tractatus logico-ecologicus*, Jacques Jaffelin, ESF éditeur, 376 pages.

L'APPROCHE PHÉNOMÉNOLOGIQUE EN RECHERCHE: COMPRENDRE EN RETOURNANT AU VÉCU DE L'EXPÉRIENCE HUMAINE, Chantal Deschamps, Guérin éditeur, 111 pages.

ÉPREUVE INDIVIDUELLE D'HABILITÉ MENTALE, tome III, Jean-Marc Chevrier, Institut de recherches psychologiques, 45 pages.

Physique, mathématiques, biologie

TROUS NOIRS ET BÉBÉS UNIVERS, Stephen Hawking, Éditions Odile Jacob, 210 pages.

INTRODUCTION À L'ANALYSE. *Fonctions d'une variable réelle*, Charles Cassidy et Marie-Louis Lavertu, Les Presses de l'Université Laval, 238 pages.

INTRODUCTION À LA BIOMÉTRIE. *Exercices et solutions*, Pierre Jolicoeur, Décarie éditeur, 86 pages.

CONCEPTION ET CALCUL DES MACHINES-OUTILS. *Généralités, morphologie, plan général*, volume 1, François Pruvot, Presses polytechniques et universitaires romandes, 220 pages.

CONCEPTION ET CALCUL DES MACHINES-OUTILS. *Les brochures: généralités — études cinématique et statique*, volume 2, François Pruvot, Presses polytechniques et universitaires romandes, 296 pages.

Sociologie, science politique

TRAITÉ DES PROBLÈMES SOCIAUX, sous la direction de Fernand Dumont, Simon Langlois et Yves Martin, Institut québécois de recherche sur la culture, 1200 pages.

LES SPÉCIALISTES DES SCIENCES SOCIALES ET LA POLITIQUE AU CANADA. *Entre l'ordre des clercs et l'avant-garde*, Stephen Brooks et Alain-G. Gagnon, Boréal, 228 pages.

L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE, sous la direction de Jean-Guy Lacroix, *Cahiers de recherche sociologique*, n° 21, Département de sociologie, Université du Québec à Montréal, 212 pages.

Divers

QUI ÊTES-VOUS MISTER HAWKING?, Stephen Hawking avec la collaboration de Gene Stone, Éditions Odile Jacob, 224 pages.

LA SCIENCE AU-DESSUS DE TOUT SOUPÇON. *Enquête sur les fraudes scientifiques*, Serge Larivé, Éditions du Méridien, 278 pages.

LE RANG D'HABITAT, Louis-Edmond Hamelin, *Cahiers du Québec-Géographie*, n° 197, Hurtubise éditeur, 332 pages.

LA RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT AU QUÉBEC. *Les entreprises*. Édition 1993, Bureau de la statistique du Québec, 520 pages.

LE FRANÇAIS QUÉBÉCOIS. *Normes et usages*, Luc Ostiguy et Claude Tousignant, Guérin éditeur, 248 pages.

LA RECHERCHE LITTÉRAIRE. *Objets et méthodes*, sous la direction de Claude Duchet et Stéphane Vachon, XYZ éditeur, 504 pages.

CONCORDANCE DES TEXTES DE NAG HAMMADI. *Le codex VI*, Pierre Cherix, Les Presses de l'Université Laval et Éditions Peeters, 500 pages.



Université de Montréal

Votre librairie scientifique

La plus importante
librairie scientifique
francophone d'Amérique

- accepte les commandes téléphoniques, par télécopieur ou postales
- reconnaît les cartes de crédits, les cartes débits ainsi que les réquisitions institutionnelles
- livre partout



Téléphone : 343-6210
Télécopieur : 343-2289

La Librairie de l'Université de Montréal
C.P. 6128, succursale centre-ville
Montréal (Québec)
H3C 3J7

(0379)

LES CAHIERS DE L'ACFAS

Dernières parutions

63. Une démocratie technologique?
64. Colloque sur la fabrication automatisée
65. Territoires et minorités : de l'Amérique française au lac Meech
66. Bioéthique, méthodes et fondements
67. La pensée économique au Québec français
68. Génétique et éthique : identification et thérapie des maladies génétiques
69. L'utilisation du processus d'apparition du handicap : approche conceptuelle dans la recherche
70. «Sexe faible» ou travail ardu? Recherche sur la santé et la sécurité des travailleurs
71. L'actualité de la recherche en lecture
72. Iconographie et image de la Révolution française
73. Les avenues de la science politique : théories, paradigmes et scientificité
74. La paix comme projet de justice
75. Droits - Liberté - Démocratie
76. Montréal : tableaux d'un espace en transformation
77. Registres et fichiers génétiques : enjeux scientifiques et normatifs
78. Discours et mythes de l'ethnicité
79. Les bâtisseuses de la cité

Les publications de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences sont vendues en librairies (distribution Prologue).

Renseignements :



Acfas

425, rue De La Gauchetière Est
Montréal (Québec) H2L 2M7
Téléphone : (514) 849-0045
Télécopieur : (514) 849-5558

À SUIVRE

MARS

17 mars

Illusion ou allusion? Comment déchiffrer le code de subjectivité dans la poésie classique chinoise. Conférencière: Paula Varsano. Conférence organisée par le Centre d'études de l'Asie de l'Est (CETASE), à l'Université de Montréal.

Renseignements:

Danielle Masson

CETASE (514) 343-5970

17 mars

Le travail en équipes multiprofessionnelles dans les services de santé: une forme d'organisation du travail nécessaire mais difficile à implanter. Conférencier: Gilles Dussault. Conférence organisée par le Groupe de recherche sur les aspects sociaux de la prévention (GRASP), à l'Université de Montréal.

Renseignements:

GRASP (514) 343-6193

18 mars

Journée Maximilien-Caron: «Le défi du droit nouveau pour les professionnels: le Code civil du Québec et le projet de loi 140 modifiant le Code des professions», colloque organisé par la Faculté de droit de l'Université de Montréal, à l'Hôtel du Parc, à Montréal.

Renseignements:

André Poupart

(514) 343-7627

18-20 mars

Colloque annuel sur les leaders du Québec contemporain: «Hydro-Québec», organisé par l'Université du Québec à Montréal, à l'UQAM.

Renseignements:

Relations publiques

UQAM (514) 987-3111

20-27 mars

Semaine des sciences forestières: «Ma forêt, je l'aime plus que nature», organisée par les étudiantes et étudiants en foresterie de l'Université Laval, à l'université, à Québec.

Renseignements:

Nancy Desjardins

(418) 656-3053

23 mars

Seuils balzacien. Conférencier: Graham Falconer, dans le cadre du séminaire «XIX^e siècle» organisé par le Centre d'études québécoises (CETUQ), à l'Université de Montréal.

Renseignements:

Lucie Rondeau

CETUQ (514) 343-6213

23 mars

La foresterie québécoise à l'assaut des marchés internationaux. Colloque organisé dans le cadre de la Semaine des sciences forestières par les étudiantes et étudiants en foresterie de l'Université Laval, à l'université, à Québec.

Renseignements:

(418) 656-3053

23 mars

Le développement économique local et communautaire en milieu urbain: le cas des CDEC à Montréal. Conférenciers: Richard Morin et Michel Parazelli. Dans le cadre des déjeuners-séminaires de l'INRS-Urbanisation, à Montréal.

Renseignements:

INRS-Urbanisation

(514) 499-4002

24 mars

La présence des Québécois en Corée. Conférencière: Tchoi Choon-Hee Kim. Conférence organisée par le Centre d'études de l'Asie de l'Est (CETASE), à l'Université de Montréal.

Renseignements:

Danielle Masson

CETASE (514) 343-5970

24-26 mars

États généraux de la recherche sur la francophonie à l'extérieur du Québec, organisés par le Centre de recherche en civilisation canadienne-française (CRCCF) de l'Université d'Ottawa, au Château Laurier, à Ottawa.

Renseignements:

Yolande Grisé

CRCCF (613) 564-6847

25 mars

Le racisme: l'envers du décor. Conférencier: André Jacob. Conférence organisée par le Centre d'études ethniques, à l'Université de Montréal.

Renseignements:

Centre d'études ethniques

(514) 343-7244

25 mars

Les limites de la psychanalyse, 4^e rencontre clinique organisée par le Département de psychologie de l'Université du Québec à Montréal, à l'UQAM.

Renseignements:

Robert Letendre

Département de psychologie

UQAM (514) 987-8231

25-26 mars

Colloque international «Logiques et sémantiques non classiques», organisé par Alain Voizard et le Département de philosophie de l'Université du Québec à Montréal, à l'UQAM.

Renseignements:

Secrétariat

Département de philosophie

UQAM (514) 987-4161

28 mars

La transgression par excès (convulsionnaires et superstitieux). Conférencier: Jean M. Goulemot, dans le cadre du cycle de conférences: «Des lois: litté-

ture, histoire, politique au XVIII^e siècle» organisées par le Centre d'études québécoises (CETUQ), à l'Université de Montréal.

Renseignements:

Lucie Rondeau

CETUQ (514) 343-6213

AVRIL

6 avril

Rigidités institutionnelles et dynamiques sociales ou la ville confisquée par l'État: le cas d'Alger. Conférencier: Madani Safar-Zitoun, dans le cadre des déjeuners-séminaires de l'INRS-Urbanisation, à Montréal.

Renseignements:

INRS-Urbanisation

(514) 499-4002

6 avril

Femmes écrivains dans le siècle. Conférencière: Jeanne Goldin, dans le cadre du séminaire «XIX^e siècle» organisé par la Faculté des arts et des sciences ainsi que le Département d'études françaises, à l'Université de Montréal.

Renseignements:

Lucie Rondeau

(514) 343-6213

7 avril

L'entretien des systèmes de ventilation face aux microorganismes. Conférenciers: Louis Lazure et Jacques Lavoie, dans le cadre des conférences-midi organisées par l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST), à Montréal.

Renseignements:

IRSST (514) 288-1551, poste 205

8 avril

La prise de décision relative aux accommodements en milieu scolaire: orientations générales et résolution de cas. Conférencière: Marie McAndrew. Conférence organisée par le Groupe de

recherche sur l'ethnicité et l'adaptation au pluralisme en éducation ainsi que le Centre d'études ethniques, à l'Université de Montréal.

Renseignements:

Centre d'études ethniques

(514) 343-7244

10-13 avril

Quand la science se fait culture, colloque organisé par l'Université du Québec à Montréal, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, la Société pour la promotion de la science et de la technologie ainsi que Métamorphoses Claude Benoit, à l'hôtel Méridien, à Montréal.

Renseignements:

Bernard Schiele

Département des communications

UQAM (514) 987-4573

13-14 avril

3^e édition du Carrefour des biotechnologies du Québec 1994, organisée par la Corporation de développement économique de Laval (CODEL), au Centre des congrès Sheraton Laval.

Renseignements:

Ginette Audet

CODEL (514) 662-4393

20 avril

Devenir propriétaire, un investissement aléatoire? Conférenciers: Marc H. Choko et Pierre J. Hamel, dans le cadre des déjeuners-séminaires de l'INRS-Urbanisation, à Montréal.

Renseignements:

INRS-Urbanisation

(514) 499-4002

22 avril

L'arrimage entre le communautaire et le secteur public, colloque organisé par la revue *Nouvelles Pratiques sociales*, à l'Université du Québec à Montréal.

Renseignements:

Yves Vaillancourt

Département de travail social

UQAM (514) 987-4568

23-23 avril

Congrès de l'American Academy of Religion. Rencontre de la région internationale de l'Est, à l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

Renseignements:

Mathieu Boivert

Département des sciences religieuses

UQAM (514) 987-6909

Courrier électronique:

AAR@ER.UQAM.CA

27 avril

Province et réalisme dans le roman balzacien. Conférencière: Nicole Mozet. Conférence organisée par la Faculté des arts et des sciences ainsi que le Département d'études françaises de l'Université de Montréal, à l'université.

Renseignements:

Lucie Rondeau

(514) 343-6213

28-29 avril

Le partenariat en gérontologie sociale, colloque organisé conjointement par l'Institut de gérontologie, le Département de travail social de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et le Certificat en gérontologie sociale, à l'UQAM.

Renseignements:

Jean Isseri

(514) 488-3582

29-30 avril

Journées Simone-Paré: «Le service social des groupes dans un contexte socio-économique en détérioration», organisées par l'École de service social de l'Université Laval, à l'université, à Québec.

Renseignements:

Micheline Gravel

Faculté des sciences sociales

Université Laval

(418) 656-2832

29 avril-1^{er} mai

VI^e Congrès québécois du théâtre, organisé par le Conseil québécois du théâtre, à l'Université du Québec à Montréal.

Renseignements:

Pierre Rousseau

Conseil québécois du théâtre

(514) 278-9208

CONSEIL D'ADMINISTRATION 1993-1994 ASSOCIATION CANADIENNE-FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

André Boudreau (1^{er} vice-président), langue et linguistique, Université Laval

Paul Brazeau (2^e vice-président), neuroendocrinologie, Hôpital Notre-Dame

Pierre J. Carreau, génie chimique, Centre de recherche appliquée sur les polymères, École polytechnique

Jean Doucet, chimie physique, Centre de recherche et de développement Arvida, Alcan International Ltée

Colette Dubuisson, linguistique, Université du Québec à Montréal

J. André Fortin, biologie, Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal

Nicole Gallo-Payet, médecine, Service d'endocrinologie, Faculté de médecine, Université de Sherbrooke

Pierre Gaudet, étudiant, fabrication aérospatiale, École polytechnique

Catherine Graham, étudiante, littérature dramatique et théâtre, Université McGill

Gilles Jean, énergie, CANMET - LRDE, Énergie, Mines et Ressources Canada

François Labrousse, gestion et informatique, Le Groupe C.G.I., Sillery

Jean Lafontant, sociologie, Collège universitaire de Saint-Boniface

Maryse Lassonde (présidente désignée), neuropsychologie, Université de Montréal

Normand Luc Marceau, biologie cellulaire et moléculaire, Centre de recherche, Hôtel-Dieu de Québec

Raymond N. Morris, sociologie, Université York, Collège universitaire Glendon, Toronto

Bernard Motulsky, affaires publiques, Bourse de Montréal

Henri Navert (président sortant), médecine, Phoenix Internationale/Sciences de la vie, Montréal

Ginette Ouellette, mathématiques, Collège de Maisonneuve

Chantal Saint-Pierre, sciences infirmières, Université du Québec à Hull

Jennifer Stoddart, droit civil, Direction des enquêtes, Commission des droits de la personne du Québec

Guy Villeneuve (trésorier), administration, Université du Québec à Montréal

Francis Weil, physique et mathématiques, Université de Moncton

Germain Godbout (secrétaire), chimie, directeur général, Acfas

Jean-Marie Demers (archiviste), biologie, professeur retraité, Département des sciences biologiques, Université de Montréal

MAI

4 mai

Le rôle des facteurs démographiques dans les transformations familiales: le cas du Canada, 1961-1991. Conférenciers: Heather Juby et Jacques Ledent, dans le cadre des déjeuners-séminaires de l'INRS-Urbanisation, à Montréal.

Renseignements:

INRS-Urbanisation

(514) 499-4002

12 mai

La consommation excessive d'alcool au Québec: trois profils. Conférencières: Louise Nadeau, Louise Guyon et Chantal Bourgault. Conférence organisée par le Groupe de recherche sur les aspects sociaux de la prévention (GRASP), à l'Université de Montréal.

Renseignements:

GRASP (514) 343-6193

16-20 mai

62^e Congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (Acfas): «Sciences en mouvement», à l'Université du Québec à Montréal.

Renseignements:

Acfas (514) 849-0045

23-25 mai

Cultures et pratiques évaluatives, congrès annuel de la Société canadienne d'évaluation et de la Société québécoise d'évaluation de programmes, à l'hôtel Lowes Le Concorde, à Québec.

Renseignements:

Chérif Ferah

Ville de Québec

(418) 691-6803

Nelson Potvin

Ministère de la Santé

et des Services sociaux

(418) 643-6583

24 mai

Entreprise-réseau ou réseau d'entreprises? colloque organisé par le Centre francophone de recherche en informa-

tisation des organisations (CEFRIO), à l'hôtel Bonaventure, à Montréal.

Renseignements:

CEFRIO (418) 523-3746

24-27 mai

Symposium international sur l'alimentation et la nutrition: «Enjeux actuels du marketing en alimentation et en restauration: santé et plaisirs à chaque bouchée», organisé par la Faculté de médecine de l'Université de Montréal, à l'hôtel Delta, à Montréal.

Renseignements:

Laurette Dubé ou Christiane Tougas

(514) 843-2611, poste 5043

26-28 mai

Au cœur des changements sociaux: les communautés et leurs pouvoirs, 4^e Colloque biennal du Regroupement québécois des intervenantes et intervenants en action communautaire, à l'Université de Sherbrooke.

Renseignements:

Clément Mercier

Département de service social

Université de Sherbrooke

(819) 821-7248

27 mai

6^e Journée québécoise pour la recherche en médecine familiale: «Favoriser la recherche interdisciplinaire», organisée par le Département de médecine familiale de l'Université Laval, à l'hôtel des Gouverneurs de Sainte-Foy.

Renseignements:

Sylvie Martin

(418) 656-3678

29-31 mai

Congrès internatioal TENNET V en neuropsychologie théorique et expérimentale, organisé par Harry Whitaker et le Laboratoire de neuroscience de la cognition, à l'Université du Québec à Montréal.

Renseignements:

Claire Goguen

Département de psychologie

UQAM (514) 987-7002

L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

UN PAYS DE CONNAISSANCE

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

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



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

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

Renseignements : 1-800-267-UDÉS



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE



Le nucléaire au Québec - des racines profondes

Saviez-vous que Montréal a été, en 1942, le point de départ de la technologie nucléaire au Canada? En effet, il y a 50 ans qu'une équipe de chercheurs s'établissait dans des locaux de l'Université de Montréal pour s'attaquer au défi de maîtriser la fission de l'atome. Ils allaient former le noyau de l'entreprise qui porte maintenant le nom d'EACL.

Cette grande aventure s'est soldée par maintes découvertes. La médecine nucléaire a reculé les frontières du diagnostic des maladies et de la lutte contre le cancer. L'énergie nucléaire contribue à l'amélioration de notre niveau de vie : Hydro-Québec exploite une centrale de 680 mégawatts à Gentilly depuis 1983.

Nombre de Québécois se distinguent dans le génie nucléaire ou la fabrication de

composantes spécialisées - systèmes de commande des centrales, calandres, simulateurs, ponts roulants, tuyauterie et robinetterie, entre autres. Ils participent aussi à la construction de centrales nucléaires CANDU à l'étranger, en Corée du Sud par exemple.

Les établissements de haut savoir québécois continuent de fournir des spécialistes en génie nucléaire fort en demande. Des recherches se poursuivent aussi à l'IREQ en vue de maîtriser la fusion, cette technologie de demain qui pourrait nous assurer des réserves d'énergie quasi-inépuisables au siècle prochain.

Le nucléaire au Québec - des racines profondes, un présent fier et un avenir prometteur.



EACL

EACL CANDU

AECL

AECL CANDU