

PER
A-522
EX. 2

INTERFACE

L'impact des
nouvelles
technologies
sur l'économie
québécoise

L'intoxication
des bélugas dans
le Saint-Laurent

La toxicologie
industrielle

La Commission
de l'éducation

Les coûts
méconnus de
la recherche

L'INRS-Télé-
communications

La propriété
intellectuelle
des travaux
des étudiants

La recherche
en Afrique



Face à face :

Maryse Lassonde

Métier :
neuropsychologue

Nationale BIBLIOTHEQUE
DU QUEBEC
DEP. DEPOT LEGAL
1700, rue St-Denis
Montréal, QC H2X 3K6

Elle monte, elle monte...

... la collection
des cahiers
de l'Acfas

Nouvelles parutions

Commandes: Acfas, 2730 chemin
de la Côte Ste-Catherine,
Montréal, Québec
H3T 1B7
Tél.: (514) 342-1411

Les Cahiers de l'ACFAS

27. Recherches en gérontologie II, 1985. (5,00 \$)
28. Le Droit et l'informatique, 1985. (7,50 \$)
29. Ordinateur et éducation, 1985. (15,00 \$)
30. Le Contrôle social en pièces détachées, 1985. (10,00 \$)
31. Aménagement et pouvoir local, 1985. (8,00 \$)
32. La Science politique dans les sociétés contemporaines, 1985. (7,50 \$)
33. La Sociologie et l'anthropologie au Québec, 1985. (10,00 \$)
34. La Personne âgée et la famille, 1985. (10,00 \$)
35. La Recherche en hydrologie au Québec, 1986. (10,00 \$)
36. Bioéthique et philosophie, 1986. (10,00 \$)
37. Rétrospective de la recherche sur les sols au Québec, 1986. (10,00 \$)
38. Aménagement et développement: vers des nouvelles pratiques? 1986. (10,00 \$)
39. Le développement agro-forestier au Québec et en Finlande, 1985. (12,00 \$)
40. Les Discours du savoir, 1986. (12,00 \$)
41. La Morphologie sociale en mutation au Québec, 1986. (12,00 \$)
42. Milieux et évaluation, 1986. (10,00 \$)
43. Le Système politique de Montréal, 1986. (15,00 \$)
44. Égalité et différence des sexes, 1986. (10,00 \$)
45. Biomathématiques, 1986. (8,00 \$)
46. Le Fonctionnement individuel et social de la personne âgée, 1986. (10,00 \$)
47. L'Intervenant: son vécu, son milieu, son action, 1986. (10,00 \$)
48. Une politique de santé pour le Québec, 1986. (10,00 \$)

La collection: Politique et économie

1. Canada-Mexique: développements différents, problèmes communs, 1985. (7,00 \$)
2. Les Subventions fédérales à l'innovation industrielle, 1986. (7,00 \$)
3. Le Travail au minimum, 1986. (10,00 \$)

NOUVEAU

N° 48
Une politique
de santé pour
le Québec

NOUVEAU

N° 47
L'intervenant:
son vécu, son
milieu, son action

N° 46

Le Fonctionnement
individuel et social
de la personne âgée

N° 45

Biomathématiques

N° 44

Égalité
et...

INTERVIEW

Face à face	MARYSE LASSONDE Propos recueillis par Yanick Villedieu	6
-------------	---	---

ARTICLES

L'IMPACT DES NOUVELLES TECHNOLOGIES SUR L'ÉCONOMIE QUÉBÉCOISE	Pierre-André Julien	10
L'INTOXICATION DES BÉLUGAS DANS LE SAINT-LAURENT	Pierre Béland et Daniel Martineau	20
LA TOXICOLOGIE INDUSTRIELLE ET LE PROBLÈME DES EXPOSITIONS À PLUS D'UN AGENT CHIMIQUE	Gabriel L. Plaa, Manon Vézina et Jules Brodeur	27

CHRONIQUES

Éditorial	La Commission de l'éducation sur les orientations et le financement des universités : UN ESPOIR EST PERMIS	4
Modem	David Johnston LES COÛTS MÉCONNUS DE LA RECHERCHE	32
Gros plan	Michel Gauquelin L'INRS-TÉLÉCOMMUNICATIONS : symbiose entre l'université et l'industrie	36
100°C	Michel Groulx LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DES TRAVAUX DES ÉTUDIANTS	40
Intermonde	Pierre Gagné et Alain Géloën LA RECHERCHE EN AFRIQUE	43
Transferts	Foussanou Sissoko	44
Science-inter	Louise Desautels	45
Subventions et bourses	Sophie Malavoy	48
À Suivre		50
Sources		51
Chercheurs recherchés		53

INTERFACE

Édition : Association canadienne-française pour
l'avancement des sciences
Directeur : Guy Arbour

Rédaction : Sophie Malavoy

Conseil à l'édition : Jean-Marc Gagnon/Science-Impact

Comité de rédaction : Josiane Ayoub, André Girard,
Claude Hamelin, Marianne
Kugler, Denise Pelletier et
Robert Stampfler

Comité scientifique : Josiane Ayoub, Gérard Boismenu,
André Girard, Claude Hamelin,
Marianne Kugler, Roger P. Langlois,
Jean-Marc Lalancette, Michel
Normandin, Gilles Paquet,
Denise Pelletier, John Sichel,
Robert Stampfler et Michel
Théoret.

Publicité : Yves Ouellette, Serpro International Inc.
8414, rue Saint-Denis, Montréal H2P 2G8
Tél. : (514) 383-7700

Composition : Paul Paiement

Graphisme : Marie-Josée McGowan

Illustrations : Jacques Godstyn

Photo de la page couverture : René Decarufel

Révision de textes et correction
d'épreuves : Guy Connolly et Michel Ouimet

Revue sans but lucratif, **INTERFACE** est publiée bimes-
triellement à l'intention de la communauté scientifique
par l'Association canadienne-française pour l'avanc-
ement des sciences, avec l'aide du ministère de
l'Enseignement supérieur et de la Science. Les articles
d'**INTERFACE** peuvent être reproduits sans autori-
sation à condition que l'origine en soit mentionnée.
Pour toute demande de renseignements, s'adresser à
l'ACFAS, 2730, Côte-Sainte-Catherine, Montréal, QC
H3T 1B7 - Tél. : (514) 342-1411.

Courrier de deuxième classe
Enregistrement n° 6489 7 novembre 1986

Dépôt légal :
Bibliothèque nationale du Québec
Troisième trimestre 1986
ISSN : 0826-4864

La Commission de l'éducation sur les orientations et le financement des universités : un espoir est permis

par David Johnston

4

David Johnston est principal et vice-chancelier de l'Université McGill. Il est aussi président de la Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec (CREPUQ).

□ Les dernières semaines auront été cruciales pour l'ensemble du système d'enseignement supérieur du Québec puisque la Commission parlementaire de l'éducation sur les orientations et le financement des universités, tenue du 16 septembre au 21 octobre derniers sous la présidence de monsieur Marcel Parent, aura fourni à chacun de nos établissements et à tous les organismes ou personnes intéressés la possibilité de se faire entendre. Rarement aura-t-on été témoin d'une telle convergence de vues entre des individus et des organismes venant de tous les milieux. Dans les 111 mémoires soumis, c'est à peu près le même discours qui a été tenu sur le sérieux de la crise que traversent les universités et sur l'urgente nécessité d'y remédier.

D'entrée de jeu, le 16 septembre, le ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science, monsieur Claude Ryan, a clairement défini la problématique en soulignant le caractère précaire de la situation dans laquelle se retrouvent les universités après huit années de sévères compressions budgétaires. Avec une sérénité qui a donné un ton bien particulier à la séance d'ouverture, il a bien mis en valeur le rôle capital que doit jouer l'université dans la société et les obligations qui incombent au gouvernement : « Dans la perspective d'un monde où les rapports économiques et politiques seront de plus en plus fondés sur la maîtrise des connaissances, l'appui aux universités apparaît comme un volet essentiel de la politique de tout gouvernement moderne. Il doit être perçu comme une véritable obligation à laquelle un gouvernement ne saurait se dérober sans faillir à sa responsabilité. »

À ceux qui auraient pu croire qu'il s'agissait là d'une simple déclaration de principes, de belles paroles, sans plus, monsieur Ryan s'est chargé d'apporter des précisions : « Depuis dix ans, nous avons prétendu maintenir une politique d'accès large et généreuse. Mais nous avons en même temps réduit dangereusement les ressources mises à la disposition des universités. Quels que soient les choix que nous ferons pour l'avenir, ils devront être plus cohérents. » Et plus loin : « Vu la situation pénible dans laquelle se trouvent les universités à la suite des compressions appliquées dans ce secteur depuis 1978-1979, un vigoureux coup de barre s'impose afin de procurer aux universités un niveau de ressources plus satisfaisant. » Si le décorum des commissions parlementaires ne nous l'avait pas interdit, nous aurions sans doute applaudi en entendant ces bonnes paroles...

Dans son mémoire, intitulé « Préparer l'avenir » et soumis également le 16 septembre, la Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec (CREPUQ) affirmait avec force que l'avenir du Québec est lié à celui de ses universités et déplorait que l'éducation ait cessé, depuis plusieurs années, d'être la première priorité du gouvernement du Québec. Sur ce point aussi monsieur Ryan nous a rassurés, en déclarant notamment que le Québec « devra renouveler avec détermination

et lucidité l'engagement qu'il prenait il y a un quart de siècle de fonder tout son avenir sur le pari de l'éducation ».

Les audiences auront permis aux établissements universitaires de mettre en relief les difficultés vécues par chacun : problèmes d'accessibilité pour les étudiants, vieillissement des corps professoraux, faibles taux d'obtention de diplômes aux différents cycles d'études, appauvrissement des bibliothèques et dégradation des équipements, retard dans le développement des études avancées et faiblesse du support à la recherche. Elles auront également permis, il faut du moins l'espérer, de corriger certaines visions simplistes de la tâche des professeurs d'université en permettant aux établissements — et au ministre des Relations internationales, monsieur Gil Rémillard, le 7 octobre — de fournir des précisions sur l'ampleur de celle-ci et sur les contraintes supplémentaires que les coupures budgétaires des dernières années ont fait peser sur nos professeurs et nos chercheurs.

À l'Université McGill par exemple, les taux d'inscriptions ont augmenté de 15 p. cent et les subventions de recherche de 165 p. cent en sept ans. Or durant la même période, nous avons dû supprimer 10 p. cent des postes à plein temps dans les secteurs de l'enseignement et de l'administration. Enfin, huit années de sous-financement du réseau universitaire québécois ont provoqué, à McGill, un déficit accumulé qui sera de l'ordre de 28 millions de dollars à la fin de l'année universitaire 1986-1987 et ce, en dépit du fait que nous avons exercé un contrôle rigoureux des dépenses, notamment sur le plan des salaires.

Tous les établissements ont proposé des solutions à leurs problèmes : un accroissement du niveau de financement, bien sûr, mais aussi un mode de partage plus équitable de l'enveloppe des subventions, une formule de financement annuel et des règles budgétaires plus stables, une augmentation des frais de scolarité assortie d'une amélioration du régime des prêts et bourses, un financement des frais indirects de la recherche, une concertation interuniversitaire plus poussée afin d'éviter des dédoublements coûteux, une évaluation systématique des programmes et des personnels axée sur l'amélioration de la performance, etc.

Mes collègues de la CREPUQ et moi sommes les premiers à reconnaître que notre système universitaire est encore perfectible et qu'une meilleure conjugaison des efforts de tous les intéressés ne pourra que l'améliorer. La commission parlementaire aura permis à de nombreux intervenants de manifester leur volonté de ne rien négliger pour développer en se concertant l'enseignement et la recherche universitaires au Québec. Mais cela ne se réalisera pas seulement avec de la bonne volonté. Il faudra avoir les moyens de le faire et, depuis quelques années, c'est cela qui manque le plus. Pour la première fois depuis longtemps, un espoir est permis. Pour l'avenir des universités et celui du Québec, il faut espérer que cet espoir ne sera pas déçu. □

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



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

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

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

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

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



Université du Québec

LE RÉSEAU DE L'EXCELLENCE

FACE À FACE :

MARYSE LASSONDE

Métier :
neuropsychologue

propos recueillis par Yanick Villedieu

6



Maryse Lassonde est professeure au Département de psychologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Chercheuse au Laboratoire de neuropsychologie expérimentale de ce département, elle dirige l'unité de neuropsychologie clinique du centre hospitalier Sainte-Marie, à Trois-Rivières.

Neuropsychologue, à la fois fondamentaliste et clinicienne, Maryse Lassonde est une des meilleures spécialistes de la communication entre les hémisphères cérébraux. Elle a fait connaître le nom de l'Université du Québec à Trois-Rivières de la Californie à l'Italie.

□ Un article important — son premier — dans la revue *Brain* : Maryse Lassonde a de quoi être fière en me montrant les épreuves qu'elle vient tout juste de corriger. À 32 ans, sa liste de publications est déjà longue. Mais *Brain*, c'est quelque chose de plus, ou de mieux. C'est, dans son domaine, la confirmation que l'on joue vraiment dans les ligues majeures des neurosciences, que l'on fait partie du club sélect de la recherche de pointe sur le cerveau.

Un club où la jeune chercheuse s'est taillé, en quelques années à peine, une place bien à elle. Sa spécialité, c'est en effet une partie du cerveau encore mal connue : le corps calleux. Cette grosse structure de fibres nerveuses allongée au centre du cerveau, longue de sept ou huit centimètres et épaisse de deux, fait le pont entre les deux hémisphères cérébraux : elle permet la communication entre le cerveau droit, celui de l'espace et de la musique, et le cerveau gauche, celui du langage.

« Nos travaux sont uniques en leur genre, explique Maryse Lassonde, parce que nous avons pu étudier des anomalies du corps calleux chez un nombre très élevé de patients. En fait, ce nombre dépasse de loin ce qu'aucune autre équipe dans le monde n'a pu faire jusqu'à maintenant. C'est la raison pour laquelle les recherches de l'équipe de neuropsychologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières sont devenues, très vite, célèbres dans les milieux spécialisés, en Amérique comme en Europe. »

Les ligues majeures des neurosciences, il faut dire que Maryse Lassonde les fréquente depuis ses tout débuts dans le monde de la science. Dès ses études de baccalauréat en psychologie à l'Université de Montréal, elle se découvre un sérieux « goût du laboratoire ». Elle réussit même — fait rare au premier cycle universitaire — à publier un article dans une revue scientifique. Son travail portait sur la perception des couleurs par un singe d'Amérique du Sud, le *Cebus Griseus*; elle y montrait qu'à l'instar de ce qui se passe chez l'humain la femelle *Cebus* n'est jamais daltonienne.

À vingt ans, son diplôme de psycho en poche, remplie d'une ambition qu'elle avoue sans détour, Maryse Lassonde vise haut. Ce qu'elle veut, c'est faire de la neuropsychologie expérimentale, mais pas n'importe où : à Stanford, la meilleure université américaine en psychologie. Là travaille, entre autres, le directeur de thèse qu'elle a déjà choisi et pressenti, le Dr Pribram, professeur de neurochirurgie, de neuropsychologie et de psychologie, rien de moins.

Et elle est admise à Stanford.

À Stanford, nous nous sentions au centre de tout.

Le régime de travail dans cette prestigieuse université californienne ? « Tout simplement indescriptible, raconte Maryse Lassonde. Deux fois par semaine, il fallait passer 24 heures d'affilée au laboratoire et, les autres jours, travailler, toujours travailler. Tout ça dans une atmosphère de très vive compétition entre les étudiants, mais aussi dans une ambiance incroyablement stimulante : enseignement de première qualité, recherches très pointues (je mesurais la réponse d'une cellule du cortex à un stimulus visuel), rencontres avec des scientifiques venus de partout, conférenciers de renom... Nous nous sentions vraiment au centre de tout. »

« Il y avait 16 étudiants et étudiantes par groupe, dont 2 ou 3 étrangers au maximum. À la fin de l'année, les professeurs passaient en revue chacun des dossiers, puis remettaient à chaque étudiant une enveloppe : grande, on passait; petite, on recevait un avertissement; petite pour une seconde fois, on prenait le chemin de la porte... »

Maryse Lassonde n'a eu que de grandes enveloppes au cours de ses trois années à Stanford et, très vite, son doctorat. Elle avait 23 ans. Elle était « le plus jeune docteur » en psycho de l'histoire de Stanford!

Pourquoi passe-t-on, comme le fait alors notre nouvelle Ph.D., de Stanford à une université comme l'Université du Québec à Trois-Rivières, qui n'a pas dix ans ni une tradition encore bien établie en recherche ? Comment aussi passe-t-on, comme va le faire bientôt notre jeune professeure, de la recherche sur l'animal à la recherche sur l'humain ?

« En bonne partie et tout simplement par hasard, répond Maryse Lassonde. Montréalaise formée aux États-Unis, je suis venue à Trois-Rivières parce que mon mari y était depuis un peu plus d'un an — il y avait ouvert, au Département de psychologie, un laboratoire de neuropsychologie expérimentale fort bien équipé par l'Université. Et je me suis lancée en neuropsychologie humaine un peu pour faire autre chose que lui (qui travaillait sur l'animal) et beaucoup parce que je suis tombée, par hasard justement, sur un bon sujet de recherche. »

Ce « bon sujet », on l'a deviné, c'était et c'est toujours le corps calleux. Un des étudiants de Maryse Lassonde avait en effet découvert deux patients atteints d'une malformation congénitale plutôt rare : l'agénésie (ou absence de formation) du corps calleux. Cette malformation majeure du cerveau — et ce n'est pas un des moindres paradoxes auxquels se heurte la compréhension du fonctionnement de cet étrange organe — peut parfois passer inaperçue pendant de longues années, quand ce n'est pas pendant toute la vie du sujet qui en est atteint. On comprend facilement l'intérêt scientifique d'une telle pathologie pour la neuropsychologie, cette science intéressée, au premier chef, aux fonctions et dysfonctions des différentes régions du cerveau.

Deux cas d'une maladie rarissime dans la plupart des pays du monde, c'est déjà bien quand on fait de la recherche clinique. Mais c'est encore peu quand on veut pousser plus loin, quand on a envie de creuser davantage du côté fondamental — ce que veut faire Maryse Lassonde, qui se passionne déjà pour son « bon sujet ». Elle prend donc contact avec des médecins-chercheurs de l'hôpital Sainte-Justine, à Montréal, et découvre, dans leurs archives médicales, quelque... 150 cas d'agénésie du corps calleux. Une mine! Elle pourra, au fil des mois, en retenir une dizaine pour ses études (ses agénésiques ne doivent en effet présenter aucune autre pathologie neurologique).

Mais un autre hasard joue alors en faveur de la chercheuse. C'est à cette époque qu'à Sainte-Justine on commence à pratiquer un type d'intervention chirurgicale encore jamais effectué sur des enfants : la callosotomie. Cette opération consiste à sectionner le corps calleux d'enfants atteints d'épilepsie grave, profondément débilante et résistante à toute autre forme de traitement; elle a pour effet de couper les communications entre les deux hémisphères cérébraux, donc d'empêcher qu'un « foyer épileptique » localisé ne se propage dans l'ensemble du cerveau. Les résultats sur l'épilepsie sont souvent spectaculaires, et les effets secondaires indésirables semblent plutôt légers.



Assez naturellement, les médecins de Sainte-Justine vont collaborer avec la neuropsychologue pour l'évaluation et le suivi cliniques des aptitudes psychologiques et neurologiques de leurs patients. Tant et si bien que, après un peu moins d'une dizaine d'années de cette collaboration, 25 patients, âgés de 3 à 21 ans, ont été observés avant et après l'intervention. À noter que pour mener à bien ces études les chercheurs ont dû mettre au point leurs propres instruments de mesure, comme cette « batterie de tests neuropsychologiques de Trois-Rivières », utilisée depuis lors par de nombreux cliniciens pour l'évaluation de troubles neurologiques.

Quand le corps calleux est absent ou sectionné, le cerveau trouve des moyens pour rétablir la communication entre les deux hémisphères.

Vingt-cinq callosotomies, une dizaine d'agénésies : les chercheurs de Trois-Rivières travaillent sur des données d'une richesse et d'une qualité uniques au monde, et le rayonnement de leurs travaux dépasse largement les frontières du pays. Les implications fondamentales de leurs recherches touchent en effet à des domaines qui captivent plus que jamais les spécialistes du cerveau, comme par exemple la spécialisation des deux hémisphères cérébraux, la communication interhémisphère et la « plasticité cérébrale » (le cerveau semble avoir suffisamment de souplesse pour modifier son propre programme de fonctionnement et, en quelque sorte, se réorganiser lui-même).

« Cette plasticité du cerveau, explique Maryse Lassonde, nous avons pu la mettre en évidence avec nos études sur le corps calleux : quand ce dernier est absent ou même sectionné, le cerveau contourne la difficulté et trouve des moyens pour rétablir la communication entre les deux hémisphères. Un chercheur de notre groupe, mon mari Maurice Ptito, en a récemment fait la démonstration en laboratoire : un chat qui subit une callosotomie dès sa naissance reconstitue des voies alternatives de communication entre son cerveau gauche et son cerveau droit.

« De notre côté, poursuit-elle, après plus de quatre années d'observation, nous avons fait le même constat en comparant nos plus jeunes opérés avec les plus vieux : si l'intervention a eu lieu tôt dans la vie de l'enfant, en gros avant sa dixième année, le transfert interhémisphère se fait nettement mieux. C'est ce que nous montrons dans l'article publié dans Brain. »

Passionnée — et passionnante — quand elle parle de son « bon sujet », Maryse Lassonde affirme que sa spécialisation dans les corps calleux ne la limite pas à cette seule partie du cerveau. Il semble par exemple, et c'est l'hypothèse qui oriente ses recherches fondamentales actuellement, que si le corps calleux est absent ou sectionné le rendement de chaque hémisphère cérébral diminue légèrement. Il s'agit non seulement de comprendre ce phénomène mais aussi de spécifier quelle est ou quelles sont les fonctions les plus touchées dans chacun des deux hémisphères. Des percées dans ces domaines permettraient de mieux comprendre les fonctions du corps calleux et ainsi de jeter un peu plus de lumière sur le fonctionnement du cerveau lui-même.

Dix ans après son arrivée à l'Université du Québec à Trois-Rivières, Maryse Lassonde peut aujourd'hui regarder avec une certaine satisfaction le chemin parcouru par ses collègues et par elle-même. Le groupe a pris du nombre et du poids scientifique, et ses chercheurs ont acquis une réputation internationale.

« Nous avons réussi à nous faire une place dans notre propre milieu d'abord, explique Maryse Lassonde. Je me souviens par exemple de l'attitude de la grande dame de la neuropsychologie, Brenda Milner, de l'Institut neurologique de Montréal, une pionnière mondialement connue : au début, elle nous considérait avec une certaine froideur, ce qui n'est plus du tout le cas maintenant. Nous avons rapidement établi de solides liens de collaboration, et elle vient même d'engager un de mes anciens étudiants. »

Même chose à l'étranger : l'équipe de Trois-Rivières s'est fait un nom aussi bien aux États-Unis qu'en Europe. Les collaborations, parfois menées dans le cadre d'ententes formelles interinstitutionnelles, vont de Stanford à l'Italie — où Maryse Lassonde a passé une année sabbatique —, en passant par l'Université du Michigan, Paris, Lyon et Marseille. L'intérêt de ces collaborations, croit la neuropsychologue, c'est de pouvoir se nourrir aux deux grandes traditions de la neuropsychologie : la tradition anglo-saxonne, expérimentale, où la recherche est menée par des Ph.D., et la tradition latine, fondée plutôt sur les études de cas et sur les observations cliniques, où la recherche est dirigée par des médecins.

avec international (canada)

VOYAGEZ-VOUS sur base individuelle ou en groupe? Voudriez-vous organiser un voyage?



- Pour des fins de mission de participation à un congrès, pour une ANNÉE SABBATIQUE etc...
- Cherchez-vous des conditions de voyage aux MEILLEURS COÛTS avec un MAXIMUM DE SOUPLESSE

INTERROGEZ AVEC INTERNATIONAL (CANADA)

Avec International, association sans but lucratif, détentrice de permis du Québec

(514) 842-9550 - Telex: 055-62264

2105 de la Montagne, suite 201 Montréal - H3G 1Z8

L'impact des nouvelles technologies sur l'économie québécoise

par Pierre-André Julien

*S'il est un domaine où l'on ne puisse
prêcher l'isolement, c'est certainement
celui des neurosciences.*

D'une certaine façon d'ailleurs, Maryse Lassonde incarne bien la double orientation de cette discipline « montante » qu'est la neuropsychologie. Femme de laboratoire et de recherche fondamentale, elle travaille tous les jours, directement ou indirectement, avec des patients, aussi bien à l'hôpital Sainte-Justine, à Montréal, qu'au centre hospitalier Sainte-Marie, à Trois-Rivières, où elle est directrice de l'unité de neuropsychologie clinique depuis trois ans.

C'est que cette discipline est en train de prendre du galon. Ceux et celles qui la pratiquent maîtrisent de nombreuses techniques d'évaluation psychologique de patients : capacités motrice et sensorielle, mémoire, langage, etc.; toutes les aptitudes et leurs pathologies peuvent faire l'objet d'une approche neuropsychologique. Maryse Lassonde explique, par exemple, qu'au centre hospitalier Sainte-Marie elle a implanté sa batterie de tests pour le diagnostic précoce de la maladie d'Alzheimer; en trois ans, 150 patients ont ainsi été examinés.

Les maladies du cerveau vieillissant présentent d'ailleurs de nouveaux défis pour la neuropsychologie parce qu'elles prennent de plus en plus d'importance dans nos sociétés elles-mêmes vieillissantes. Et aussi parce qu'elles rendent plus que jamais nécessaire un regroupement des efforts des différentes disciplines qui s'intéressent au cerveau. Bien sûr, la maladie de Parkinson et la maladie d'Alzheimer ont une forte composante neurochimique : la « soupe » dans laquelle baignent les neurones n'est pas étrangère au dérèglement de la fantastique machine. Mais la neuropsychologie, qui regarde fonctionner cette machine à une échelle plus globale, a aussi son éclairage à apporter sur ces maux et, peut-être, sur leur soulagement. « *S'il est un domaine où l'on ne puisse prêcher l'isolement, dit la chercheuse, c'est certainement celui des neurosciences.* »

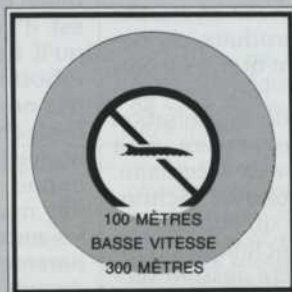
Car, s'il est vrai que l'on vit actuellement une période d'effervescence sans précédent dans ce vaste domaine de recherche, le programme de travail semble, quant à lui, plus chargé que jamais. « *Il y a encore beaucoup de zones grises dans la matière grise, dit Maryse Lassonde, beaucoup de zones dont les fonctions sont encore mal définies.* »

Et le fait est, reconnaît-elle, qu'en avançant dans les recherches sur le cerveau « *on se rend compte que l'on comprend de plus en plus, mais que l'on sait de moins en moins.* » □



Pêches et Océans Fisheries and Oceans

OBSERVEZ LES BALEINES



DE FAÇON GÉNÉRALE:

- ne jamais chasser, poursuivre, disperser ou rassembler les baleines;
- dans le voisinage des baleines, évitez tout changement soudain de vitesse ou de direction;
- approchez en oblique, ne les suivez pas par l'arrière, voyagez parallèlement aux animaux.



POUR LES BÉLUGAS, DE PLUS:

- le moteur à basse vitesse, maintenez-vous toujours à une distance de 100 mètres (300 pi.) des bélugas;
- soyez en tout temps attentifs à ne pas séparer les groupes, les femelles de leurs jeunes (gris).

**L'OBSERVATION
DES BALEINES
PEUT ÊTRE
INSTRUCTIVE
ET SÉCURITAIRE
SI VOUS LE FAITES
SANS LES HARCELER.**

Carte d'information: n° 103

Canada

L'impact des nouvelles technologies sur l'économie québécoise

par Pierre-André Julien

10



Pierre-André Julien est directeur du Groupe de recherche en économie et gestion des petites et moyennes organisations et de leur environnement (GREPME) de l'Université du Québec à Trois-Rivières.

Bureautique, puis productive : tous ces « iques » du progrès technologique sont-ils et seront-ils profitables à notre économie ? Pierre-André Julien tente de répondre à cette question fort complexe en nous exposant les résultats d'une étude qu'il a effectuée auprès de 64 secteurs de notre économie¹.

□ Il existe actuellement deux écoles de pensée quant à la façon d'évaluer l'impact macro-économique à moyen et à long terme des nouvelles technologies : l'une que l'on peut qualifier d'optimiste et l'autre, de pessimiste. Malheureusement, ces deux écoles simplifient singulièrement le problème. D'un côté, les optimistes² se fondent sur l'expérience des révolutions industrielles précédentes pour, par exemple, considérer le chômage comme un phénomène temporaire, qui pourra durer le temps que s'adaptent les travailleurs aux besoins des nouvelles technologies de production et que soient mis en marché de nouveaux produits. Ils oublient cependant que le surplus de travailleurs, lors des dernières périodes de mécanisation de l'industrie secondaire, était absorbé par le secteur tertiaire. La présente révolution technologique, du fait qu'elle touche avant tout les techniques d'information, affecte aussi le secteur des services et réduit ses possibilités d'embauche. D'autant plus que cette révolution se fait à un rythme accéléré et que les nouvelles technologies de production, largement automatisées, créent peu d'emplois.

De l'autre côté, les pessimistes pensent que les nouvelles technologies entraîneront un chômage permanent variant entre 20 p. cent et 30 p. cent de la main-d'œuvre et prétendent que seuls les travailleurs surqualifiés ou formés à ces nouvelles technologies pourront conserver leur emploi³. Ils ne prennent toutefois pas en compte les nouveaux emplois créés par ces technologies ni les perspectives de reprise du rythme de croissance de la productivité qu'elles laissent entrevoir.

En fait, pour pouvoir tirer des conclusions générales sur l'impact de ces technologies, il faudrait disposer de résultats d'études macro et micro-économiques concernant, par exemple, l'évolution de la demande, les changements affectant les règles de la concurrence internationale, les contraintes liées à l'entreprise ou encore le niveau de développement atteint par ces technologies.

D'ailleurs, ce concept de nouvelles technologies est beaucoup plus complexe qu'il est d'usage de le croire puisqu'il tient compte autant des robots et de l'informatique que des nouveaux matériaux, de la biotechnologie, des énergies nouvelles, des récentes techniques d'information et aussi des nouvelles façons de gérer les entreprises, et qu'il est intimement relié à l'innovation de processus, de produits et de leur mise en marché.

Le Québec a déjà commencé à entrer de plain pied dans cette révolution technologique. Une récente enquête⁴ montre que plus de 73 p. cent des entreprises interrogées, petites ou grandes, ont amorcé cette révolution d'abord sur le plan de la bureautique puis de plus en plus sur celui de la productive, où, soulignons-le, le rythme de pénétration et de diffusion diffère non seulement selon la disponibilité et la complexité de ces technologies mais aussi selon les ressources humaines et financières disponibles. Notre étude en cours à l'Université du Québec à Trois-Rivières et à l'Institut national de la recherche scientifique, pour le compte de trois ministères et du Bureau de la statistique du Québec, essaie justement de préciser l'impact de ces technologies sur l'emploi, sur les professions, sur les principales matières premières, sur l'énergie et ce, en 1991 et 1996 en plus de maintenant, selon des scénarios dits optimistes et pessimistes.

LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉE

Cette étude porte sur 55 sous-branches dans les industries primaires, secondaires et tertiaires et sur 9 professions administratives ou de soutien, soit 64 « secteurs » en tout. Elle repose sur une analyse secteur par secteur à partir : 1) d'une étude bibliographique et statistique, et de prévisions de demande; 2) d'entrevues auprès d'experts connaissant bien chaque secteur ainsi que le niveau de pénétration des différents types de technologies; et 3) d'une comparaison sur le terrain d'établissements témoins d'une part à technologie modale, la plus répandue dans l'industrie, et d'autre part à technologie de pointe, de façon à mesurer les effets entre les deux types d'établissements. Les visites d'établissements sont effectuées à l'aide

d'une grille spécifiant les segments de production, puisque la technologie actuelle ou à venir évolue fort différemment selon chacun d'entre eux. Les effets sont d'abord appliqués à l'ensemble de l'industrie puis nuancés par l'âge des équipements, les taux de pénétration des technologies, l'évolution de la demande, les contraintes financières, etc. pour permettre de construire des scénarios «sectoriels» soit optimistes, soit pessimistes. Au terme du projet, une analyse de cohérence entre les divers secteurs

et professions, à l'aide du modèle interindustriel CHOIX⁵, permettra de réconcilier les diverses situations et de développer plusieurs scénarios globaux en tenant compte au besoin des possibilités d'emplois nouveaux.

L'étude ne repose donc pas sur une enquête par échantillon stochastique, le temps et les ressources disponibles (compte tenu du nombre de secteurs étudiés) ne nous le permettant pas. Mais la variété des informations obtenues à

partir de l'analyse bibliographique, des spécialistes dans chaque «secteur» et des études comparatives de cas par segment de production nous portent à croire que les résultats sont représentatifs de la réalité économique québécoise.

DES TECHNOLOGIES EN DÉVELOPPEMENT

Près de 40 industries et professions ont déjà été analysées. Celles-ci représentent environ 55 p. cent de tous les emplois au Québec. Ces analyses ont fourni des données

non seulement sur les technologies à base d'électronique (informatique, machines-outils à contrôle numérique, robotique, conception et fabrication assistées par ordinateur, bureautique) mais aussi sur la modernisation des technologies mécaniques traditionnelles et sur d'autres technologies dites de pointe. Le tableau 1 donne des exemples de ces technologies dans quelques secteurs et professions. Ainsi au Québec, l'avionnerie utilise de plus en plus de procédés de conception et de fabrication assistées par

Tableau 1

Description des nouvelles technologies utilisées dans certains secteurs et professions au Québec : si certains d'entre eux, comme l'avionnerie, sont déjà avancés dans leur modernisation, d'autres, comme l'industrie du vêtement, ne font que commencer à utiliser de nouvelles technologies.

Secteur	Technologie	Description	Quelques effets sur la main-d'œuvre
Avionnerie	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie de fabrication — automatisation des machines-outils (CN) — conception assistée par ordinateur (CAO) — fabrication assistée par ordinateur (FAO) — fabrication intégrée par ordinateur (FIO ou CIM) • Technologie de produit 	<ul style="list-style-type: none"> — machines à contrôle numérique, robots — systèmes de stockage et de gestion des flux d'information — intégration de différents systèmes en un seul; gestion de l'information — utilisation de nouveaux produits : plastiques, résine, fibre de verre, de graphite, composites divers 	<ul style="list-style-type: none"> — une conversion complète supprimerait 6 emplois dans l'usinage; dans la tôlerie, abolition de 8 p. cent — effet indirect sur les services de soutien à l'ingénierie de conception — sur une période de 10 ans : -50 p. cent d'employés à la production, -33 p. cent de main-d'œuvre indirecte
Transport (ferroviaire, aérien, par camion)	<ul style="list-style-type: none"> — nouveaux systèmes de suspension et de charge — amélioration des moteurs — nouveaux systèmes d'entretien — contrôle informatisé des routes, des parcs de véhicules, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> — pneus radiaux — plates-formes plus longues — économies d'énergie et productivité accrue — machines spéciales — modules électroniques — satellite — radio-émetteur — tachymètre 	<ul style="list-style-type: none"> — économies faibles (sauf pour l'entretien) — augmentation de la qualité — substitution professionnelle
Santé et services sociaux	<ul style="list-style-type: none"> — technologies d'équipements médicaux — imagerie médicale — technologies des services auxiliaires — technologies médico-administratives — diagnostic informatisé 	<ul style="list-style-type: none"> — automatisation des analyses de laboratoire — radiographie numérique — médecine nucléaire — résonance magnétique nucléaire, etc. — efficacité des appareils de chauffage, des cuisines et de la buanderie — tenue de livres automatisée : index-patient, index des rendez-vous, des ressources humaines, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> — l'effet est négatif seulement lors de nouveaux engagements — l'impact qualitatif est plus important

L'impact des nouvelles technologies sur l'économie québécoise

12

Vêtement	<ul style="list-style-type: none"> — systèmes de CAO (du dessin à la gradation) 	<ul style="list-style-type: none"> — le dessinateur peut travailler son dessin sur écran, modifier les lignes, changer les tailles — il peut ajouter une poche, modifier la largeur du col, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> — d'ici 10 ans, permettrait de produire le même volume de production avec 33 p. cent de moins de main-d'œuvre
Bonneterie	<ul style="list-style-type: none"> — censeur électronique — procédé «jet» à la place du «winch» — système informatique 	<ul style="list-style-type: none"> — pour détecter des défauts de fabrication, installer des machines à tricoter — comportant un ajout de contrôle électronique des paramètres (temps, pression, temps des opérations) — pour l'automatisation des segments couture (conception) et dessin de patron 	<ul style="list-style-type: none"> — pas d'effet significatif sur la main-d'œuvre — gains de productivité très faibles
Institutions d'épargne et de crédit	<ul style="list-style-type: none"> — informatisation des services et de la gestion (micro-électronique) 	<ul style="list-style-type: none"> — guichet automatique — accès presque instantané aux données de transaction — cartes de crédit et de débit 	<ul style="list-style-type: none"> — la mécanisation électronique a eu peu d'effet, car elle augmente les services — le guichet automatique a une influence négative sur la croissance de l'emploi
Exploitation forestière	<ul style="list-style-type: none"> — amélioration de la coupe (technique de l'arbre entier) 	<ul style="list-style-type: none"> — abatteuse à scie plutôt qu'à cisailles — débusqueuse à câble ou à grappin — ébrancheuse mécanique — transport de l'arbre en longueur 	<ul style="list-style-type: none"> — positif pour les opérateurs d'abatteuses, d'ébrancheuses — négatif pour les bûcherons
Scieries	<ul style="list-style-type: none"> — informatique et automates programmables — empileuse automatique — bouilloire de bois 	<ul style="list-style-type: none"> — sert à extraire de la bille le maximum de produit fini — élimine la manipulation du bois — sépare les essences en détectant leur taux d'humidité — permet le séchage à un coût minimum (économies d'énergie) 	<ul style="list-style-type: none"> — pas d'effet significatif; demande de personnel d'entretien (électriciens, mécaniciens) — élimine les emplois de segment d'empilage: un classeur permet de faire passer le nombre de 5 à 2 — pas d'effet significatif mais augmente la valeur ajoutée du bois qui est séché
Matriçage et emboutissage de métaux (industrie des boîtes de métal et tôlerie)	<ul style="list-style-type: none"> — procédé d'emboutissage-étirage («draw-redraw») — procédé de modelage par «roll-forming» 	<ul style="list-style-type: none"> — comprend le traitement du métal, l'impression des étiquettes sur le métal, la construction de la canette (entièrement automatisée, contrôlée par ordinateur) — comprend le déroulement du métal, le débitage, le modelage, la coupe du matériel et l'emballage (aujourd'hui processus modernes automatisés et contrôlés par ordinateur) 	<ul style="list-style-type: none"> — même répartition des emplois qu'en 1985 — pertes d'emplois parmi les outilleurs, les emballeurs
Raffineries de pétrole	<ul style="list-style-type: none"> — utilisation de catalyseurs moins coûteux — contrôle par ordinateur — isomérisation 	<ul style="list-style-type: none"> — transformation de couches lourdes en produits légers — correcteur automatique (meilleur contrôle) — pour remplacer le plomb dans l'essence à moteur 	<ul style="list-style-type: none"> — baisse du nombre d'opérateurs à cause de l'informatisation croissante — augmentation de l'emploi à l'entretien due au nombre plus grand d'équipements

ordinateur (CAO et FAO). L'industrie des boîtes de métal a automatisé une grande partie de sa production. Les institutions d'épargne et de crédit utilisent, depuis près de vingt ans maintenant, des ordinateurs et des programmes de plus en plus performants. Ces industries, avec celles des matières plastiques et résines, des produits chimiques inorganiques, de l'aluminium, des équipements de télécommunications et les professions des sciences physiques ont recours à des technologies dites très avancées. On peut penser qu'elles ne sont pas en retard ou même qu'elles sont en avance sur leurs concurrents internationaux.

D'autres secteurs utilisent des technologies avancées compte tenu de leur structure industrielle et de l'évolution de la demande. Ce sont les industries du verre, du ciment, des mines, des assurances, du transport, de l'exploitation forestière, des boîtes de carton et sacs de papier, de la sidérurgie, du textile, de la bonneterie, du commerce de détail, de la santé et des services sociaux, et la profession de sténodactylo. Par exemple dans la bonneterie, les patrons peuvent être dessinés de façon informatisée par CAO et les contrôles des machines sont électroniques. Dans le transport, les chargements et les « routes » sont contrôlés automatiquement pour favoriser une utilisation optimale des charges et pour, au besoin, effectuer les changements requis par l'arrivée de nouvelles commandes. Dans l'exploitation forestière, les machines permettent de manipuler l'arbre entier. Dans les hôpitaux, les micro-ordinateurs servent aussi bien à fixer les rendez-vous qu'à établir le premier diagnostic.

Tableau 2

Les industries et les professions administratives et de soutien peuvent être regroupées en cinq groupes suivant l'effet qu'ont sur l'emploi les nouvelles technologies. Les prévisions les plus pessimistes correspondent surtout aux branches industrielles traditionnelles, comme celle du textile, et les plus optimistes à des secteurs comme les services de santé et la profession de sténodactylo.

Groupe	Industrie et profession	Taux de croissance annuel moyen		
		1971-1981 Réalisée %	1981-1991 Minimal %	1991-1996 Maximal %
1^{er} groupe évolution entre -1,1 % et -6,4 %	Textile	-2,8	-1,1	-6,4
	Chaussure	-3,4	-3,8	-5,2
	Verre	-1,3	-2,2	-4,8
	Vêtement	2,1	-3,6	-4,1
	Boulangerie	-0,8	-2,4	-4,2
	Agriculture	-6,8	-2,1	-2,5
2^e groupe évolution entre 0,7 % et -4,2 %	Gros appareils électriques	-0,2	0,3	-4,2
	Avionnerie	8,7	-0,6	-3,8
	Matriçage et emboutissage de métaux	0,4	-1,5	-3,4
	Scieries	0,0	0,7	-2,9
	Bonneterie	-2,1	-0,2	-2,7
	Cimenteries	2,7	-0,4	-2,7
	Mines	1,4	-0,1	-2,6
	Produits chimiques organiques	1,4	0,0	-2,2
	Affinage de métaux autres que l'aluminium	-0,7	0,0	-2,2
Portes et châssis	11,2	-1,6	-2,1	
3^e groupe évolution entre 1,9 % et -1,8 %	Transport	2,2	0,4	-1,8
	Assurances	3,2	-0,1	-1,3
	Ateliers d'usinage	-1,9	1,9	-1,2
	Exploitation forestière	1,7	1,7	-1,0
	Papier journal	-0,1	-0,3	-0,8
	Boîtes de carton et sacs de papier	-2,3	-0,4	-0,5
	Raffineries de pétrole	-3,2	0,0	-0,8
	Pâtes kraft	-0,1	0,6	0,0
	Plastique et résine	-0,6	1,2	0,0
4^e groupe évolution entre 3,0 % et 0,0 %	Institutions d'épargne et de crédit	3,9	3,0	0,0
	Produits chimiques inorganiques	5,8	0,9	0,0
	Professions en sciences physiques	0,1	1,3	0,2
	Sidérurgie	0,5	1,3	0,2
	Industrie laitière	0,8	2,7	0,4
	Enseignement	2,9	1,1	0,6
	Aluminerie	1,7	2,7	0,8
5^e groupe évolution entre 10,4 % et 1,3 %	Santé et services sociaux	5,8	5,6	1,3
	Commerce de détail	4,2	2,6	1,3
	Sténodactylos	3,6	1,8	1,5
	Ingénieurs	3,4	2,5	1,8
	Teneurs de livres et commis-comptables	8,3	2,5	2,2
	Hôtellerie et restauration	6,1	6,9	2,3
	Meuble de maison	-1,4	3,6	2,9
	Télécommunications	2,5	10,4	6,1

Enfin, plusieurs secteurs ne font que commencer à employer de nouvelles technologies; il s'agit d'industries encore peu développées ou dont la structure industrielle se prêterait mal à une modernisation rapide. Ce sont les industries du vêtement, de la chaussure, des gros appareils électriques, de la boulangerie, des scieries, de l'agriculture laitière, de l'affinage du cuivre, des produits chimiques organiques, des ateliers d'usinage, du papier journal, des pâtes kraft, des produits laitiers, des raffineries, des portes et châssis, des meubles de maison, de l'enseignement, de l'hôtellerie et de la restauration, et la profession de teneur de livres. Dans ces secteurs, les nouvelles technologies ne touchent souvent qu'une petite partie du processus de production. Ainsi, dans l'industrie du vêtement, on recourt de plus en plus à la CAO pour travailler sur les patrons et optimiser l'utilisation du tissu. Dans les scieries, il existe des empileuses automatiques; dans les raffineries de pétrole, les contrôles sont informatisés, etc.

UNE ANALYSE SECTORIELLE

Compte tenu de la variété de ces technologies et des différences quant à leur degré de pénétration industrielle, leurs effets actuels sur l'emploi, l'énergie et les matières premières diffèrent évidemment beaucoup de ce qu'ils seront en 1991 et en 1996. Le tableau 2 regroupe les branches industrielles et les professions administratives et de soutien en fonction de leur effet sur l'emploi, quel que soit le scénario envisagé. Dans le premier groupe, on prévoit des diminutions d'emploi selon un taux annuel moyen se situant entre -1,1 et -6,4 p. cent; il s'agit surtout des branches industrielles traditionnelles telles que les industries du textile, de

la chaussure, du verre, du vêtement, de la boulangerie et de l'agriculture laitière. Le deuxième groupe comprend des industries primaires, en proie à une forte concurrence internationale, et quelques industries traditionnelles. L'évolution de l'emploi varie entre 0,7 et -4,2 p. cent selon les divers scénarios. Les industries touchées sont celles des gros appareils électriques, de l'avionnerie, du matriçage et de l'emboutissage de métaux, des scieries, de la bonneterie, des cimenteries, des mines, des produits chimiques organiques, de l'affinage de métaux autres que l'aluminium et des portes et châssis.

Dans le troisième groupe, nous sommes plus optimistes avec une diminution d'emploi maximale de -1,8 p. cent ou une augmentation de 1,9 p. cent. Nous y trouvons les industries tertiaires du transport et des assurances, les industries manufacturières liées aux pâtes et papier telles que l'exploitation forestière, le papier journal, le papier kraft, les boîtes de carton et les sacs de papier, et enfin

des industries plus modernes comme les ateliers d'usinage, les raffineries de pétrole et les plastiques et résines.

Pour le quatrième groupe, l'on prévoit une croissance de 0,0 à 3,0 p. cent des emplois, qui toucherait les institutions d'épargne et de crédit, les produits chimiques inorganiques, les professions dans les sciences physiques, la sidérurgie, l'industrie laitière, l'enseignement et l'aluminerie. Enfin, nous nous attendons à une croissance des emplois se situant entre 1,3 et 10,4 p. cent dans les services de santé et les services sociaux, le commerce de détail, l'hôtellerie et la restauration, dans les professions de sténodactylo, d'ingénieur, de teneur de livres et de commis-comptable, et dans les industries des meubles de maison et des télécommunications.

Nos analyses prévoient aussi qu'une diminution importante de l'emploi s'accompagnerait en général d'une diminution plus faible de la consommation énergétique et des matières premières, sauf

pour les industries du matriçage et de l'emboutissage de métaux, de la forêt, du papier journal et des boîtes de carton, c'est-à-dire là où la diminution d'emploi prévue est faible. Les gains énergétiques seraient même très élevés (plus de 20 p. cent) dans les cas de l'affinage des métaux et de la bonneterie. Au contraire, la consommation de l'énergie et des matières premières augmenterait en même temps que les emplois, en particulier dans les industries de l'aluminium et des télécommunications.

UNE PREMIÈRE VUE D'ENSEMBLE

Bien que l'analyse de tous les secteurs ne soit pas encore terminée et que le travail de cohérence à l'aide du modèle CHOIX ne soit pas réalisé, on peut déjà, en regroupant tous ces secteurs et professions, avoir une première vue d'ensemble et tirer quelques conclusions générales. Celles-ci sont résumées dans le tableau 3.

Tableau 3

Évolution de l'emploi, de l'énergie et des matières premières en taux de croissance annuel moyen, par grands secteurs, de 1971 à 1996 (les lettres P et O désignent respectivement les scénarios pessimistes et optimistes) : dans l'ensemble, les nouvelles technologies ont comme effet direct d'entraîner des économies d'emploi et de matières premières en même temps que des substitutions de professions et d'énergie. Toutefois, d'autres variables entrent aussi en ligne de compte, comme par exemple l'évolution de la demande et la concurrence internationale. Une forte croissance de la demande ou une amélioration de la compétitivité sur les marchés internationaux peuvent compenser l'effet des technologies.

Secteur	Emplois						Énergie ^c				
	Emplois à la production 1985	1971-1981		1985-1991		1991-1996		AB ^d -1991		1991-1996	
			P	O	P	O	P	O	P	O	
Primaire	54 943	-0,80 ^a	-2,31	-2,14	-2,07	-1,96	-0,45	0,79	0,93	0,95	
Secondaire	173 740	0,30 ^a	-2,04	0,49	-1,96	-0,62	-0,13	2,65	0,93	2,94	
Tertiaire	1 018 083	3,35	1,73	4,60 ^a	1,40	4,18	0,41	-0,12	-2,24	-1,24	
Professions	235 045	5,00	4,79 ^b	5,08 ^b	2,82	3,53	-1,69	-1,25	-1,53	-1,36	
Total	1 481 811	2,22	1,40	3,64	1,19	3,44	-0,02	2,21	0,74	2,50	

NOTES

- Tiré de l'*Annuaire du Québec*, BSQ, éditions 1973 et 1985-1986.
- Ne comprend pas les ingénieurs.
- Ces données ne comprennent que l'évolution des secteurs où l'énergie consommée était en joules ou l'équivalent, soit 1 secteur sur 3 pour le primaire, 18 sur 26 pour le secondaire, 1 sur 7 pour le tertiaire et 2 sur 4 pour les professions. Au total, ces données reposent sur 22 secteurs sur 40.
- AB : année de base (suivant les données recueillies, l'année de base est 1983, 1984 ou 1985).

Dans l'ensemble, les nouvelles technologies ont le plus souvent comme effet direct d'entraîner des économies d'emploi et de matières premières, et des substitutions de professions et d'énergie. Mais elles ne constituent qu'une des variables qui influencent ces éléments. La première variable en importance est le plus souvent la demande, qui compense ou peut compenser en partie l'impact « négatif » des nouvelles technologies. Une autre variable est la concurrence internationale, atténuée ou non par l'introduction de ces technologies. Lorsque la concurrence internationale s'intensifie, l'effet technologique s'ajoute pour diminuer encore plus l'emploi, comme dans le cas des industries de la triade textile-vêtement-bonneterie et même des industries primaires telles que le cuivre et le verre. Au contraire, une croissance forte actuelle et prévue de la demande peut compenser l'effet technologique dans des industries comme celles de l'aluminium, des équipements de communication et des matières plastiques et résines.

Dans l'industrie manufacturière, l'impact des nouvelles technologies sur l'emploi est en général négatif, soit un taux de décroissance de près de 2 p. cent en moyenne par année dans le scénario pessimiste. À moins que le développement des technologies permette, à la longue, d'augmenter la compétitivité des firmes québécoises sur les marchés nationaux et internationaux comme cela semble être le cas pour les produits chimiques inorganiques et l'aluminium.

Dans le secteur tertiaire, l'impact des nouvelles technologies est avant tout qualitatif et porte sur la structure et la forme du travail. L'effet négatif sur le nombre de postes est amplement compensé par la croissance de la demande, sauf

dans les secteurs des assurances et du transport. Toutefois, la croissance antérieure des emplois est fortement ralentie, passant de 3,35 p. cent entre 1971 et 1981 à 1,73 p. cent entre 1985 et 1991 pour enfin se fixer à 1,40 p. cent entre 1991 et 1996 dans le scénario pessimiste. Les nouvelles technologies servent plutôt à « rationaliser » l'emploi actuel et à venir.

Il en est de même pour les professions administratives et professionnelles, avec des taux de croissance annuels moyens passant pour les mêmes périodes de 5 p. cent à 4,79 p. cent et à 2,82 p. cent dans le scénario pessimiste. Ici aussi, l'effet est avant tout qualitatif, par exemple dans l'enseignement et les professions de la santé. Dans l'administration également, on tente de réduire les taux de croissance élevés. On recycle le personnel en place et on cherche à améliorer leur productivité.

Quant au secteur primaire, l'effet ressemble à la situation qui prévaut dans le secteur manufacturier. Une croissance faible de la demande dans les industries forestières et agricoles ou même forte dans l'industrie minière n'est pas en mesure de compenser les pertes d'emplois résultant de l'augmentation importante de la productivité. Le taux de décroissance des emplois est de plus de 2 p. cent en moyenne.

En conclusion, considérant l'importance accrue de l'emploi tertiaire dans l'économie, on peut prévoir que le taux de création d'emplois se situera entre 1,2 et 3,6 p. cent au cours des dix prochaines années et ce, même si la part du primaire et du secondaire continue de diminuer. Il semble donc qu'il n'y ait pas lieu de crier à la catastrophe. Toutefois, compte tenu d'une croissance

encore forte de la population active et à moins que l'analyse de cohérence ne vienne contredire nos résultats, cette croissance ralentie des emplois laisse présager des difficultés du côté des taux de chômage actuel et à venir.

COMPARAISONS AVEC D'AUTRES ÉTUDES

En général, ces résultats sont relativement conformes à ceux de plusieurs études réalisées à l'étranger : celles de l'Institut de recherche informatique et statistique (IRIS) en France, de l'Institut de conjoncture de Munich (IFO) et de PROGNOSE en République fédérale allemande et de la Science Policy Research Unit (SPRU) au Royaume-Uni. Ils diffèrent cependant d'analyses beaucoup plus optimistes réalisées par le Bureau d'information et de prévision économique (BIPE) en France et par le groupe du professeur Leontieff aux États-Unis.

L'étude de l'IRIS⁶ sur la France n'a toutefois fait de projections qu'entre 1979 et 1985. Elle est fondée sur un grand nombre d'études sectorielles regroupées par types de technologies à base d'informatique. Les prévisions d'introduction de ces technologies reposent cependant souvent sur les prévisions très optimistes des constructeurs. Ses conclusions sont plutôt pessimistes quant à la stagnation de l'emploi et à la croissance du chômage. Celle du BIPE⁷ a été effectuée en appliquant le modèle économétrique PROPAGE (projections plurisectorielles annuelles glissantes) de l'Institut national de statistiques et d'études économiques (INSEE) français à huit branches traditionnelles (textile, habillement, travail mécanique du bois, ameublement, transformation des matières plastiques, chaussure, papier et céramique). À partir d'une croissance totale

estimée de 7 p. cent entre 1982 et 1987 de même que de diverses hypothèses d'investissements, les auteurs en arrivent à une hausse d'emploi pour 1987 dans tous ces secteurs sauf celui du textile, hausse toutefois dépendante de l'ouverture de nouveaux marchés. Les autres études ont des horizons plus proches des nôtres, soit 1990 pour les études de l'IFO et de PROGNOSE, 1995 pour celle de la SPRU et 1990 à 2000 pour l'étude de Leontieff.

L'étude de l'IFO⁸ sur l'économie allemande part d'une enquête exhaustive dans quatre branches de l'industrie manufacturière (automobile, construction électrique, machines de bureau et informatique ainsi qu'imprimerie) et dans deux autres de l'industrie des services (institutions de crédit et commerce de détail) et de l'hypothèse d'un taux de croissance moyen de l'économie de 3 p. cent par année pour généraliser les informations obtenues dans un modèle de type système dynamique⁹ à 54 secteurs. Les résultats sont pessimistes en particulier quant à la capacité des entreprises allemandes de répondre aux nouveaux défis de la révolution technologique face à ses concurrents internationaux; on prévoit donc une augmentation des taux de chômage.

Le rapport de la firme suisse PROGNOSE¹⁰, portant aussi sur l'économie allemande, étudie 35 branches industrielles, dont 20 en détail, à partir de données statistiques, d'entrevues à l'aide d'une matrice d'effets croisés auprès d'experts allemands, européens, américains et japonais, et enfin de diverses hypothèses de croissance par industrie. Les résultats prévoient que les nouvelles technologies vont se diffuser lentement à cause de l'inertie sociale, de telle sorte que les conséquences sur l'emploi ne se feront sentir que lentement.

16 À long terme cependant, ces conséquences risquent d'entraîner une certaine stagnation des emplois, qui se manifestera fort différemment selon les branches.

Il va sans dire que l'analyse de l'équipe du professeur Leontieff de Harvard¹¹, père des modèles interindustriels, se fonde sur l'utilisation d'un tel type de modèle. Ce modèle de l'économie américaine, divisée en 80 secteurs et 53 professions, part d'une prévision générale de croissance de la demande de 2 p. cent par année et de diverses autres hypothèses d'investissements, plus ou moins arbitraires, tenant lieu de taux de pénétration des technologies nouvelles. Ces hypothèses amènent la construction d'un premier scénario qui prend appui sur des technologies inchangées après 1980, d'un deuxième qui suppose un changement technologique rapide et d'un troisième qui envisage un changement modéré. Les résultats sur l'emploi sont tous optimistes, quels

que soient les scénarios, et même plus optimistes que les projections du Bureau of Labor Statistics, qui ne tiennent pourtant pas compte de l'effet technologique. Cependant, des études en profondeur de différents secteurs telles que l'étude du Technology Management Center de Philadelphie¹² contredisent fortement cet optimisme.

Par ailleurs, Sunder Magun¹³ a réalisé pour le Canada une étude similaire à celle de Leontieff d'après le modèle interindustriel canadien de 1971 adapté, pour 1979, à l'évolution de la demande finale; en comparant les résultats du modèle de 1971 à celui de 1979, Magun peut ainsi calculer l'effet technologique sur les coefficients techniques de production, c'est-à-dire l'effet de déplacement de l'emploi direct dû aux variations des productivités. L'étude ne fait toutefois pas de prévisions et ne s'appuie sur aucune analyse sectorielle.

Enfin, l'étude TEMPO de la SPRU de l'Université du Sussex¹⁴, appliquée à l'économie du Royaume-Uni, semble la plus ambitieuse et rejoint notre étude sur plus d'un point. En premier lieu, elle analyse en profondeur 13 branches du secteur manufacturier, 4 du tertiaire et le domaine de l'énergie. Elle s'appuie sur la théorie des cycles longs de diffusion des nouvelles technologies de Schumpeter à partir d'une étude très fouillée de l'histoire des technologies pour chaque branche industrielle. Elle considère qu'une bonne partie de l'innovation technologique est autonome et que les comportements sociaux peuvent être aussi bien un frein qu'un moteur de l'évolution technologique. Enfin, elle essaie de tenir compte des principales économies étrangères. Les résultats sont exprimés selon un modèle économique à génération de capital sous la forme de trois scénarios pour chacune des branches industrielles, soit

un scénario historique extrapolant les données d'investissements et de productivité de la période 1970 à 1983, un second utilisant les données des années 1970 et enfin un troisième retenant la tendance de 1955 à 1981. En général, les résultats prévoient ou bien une stagnation, ou bien une diminution de l'emploi à moyen terme.

Quelles conclusions tirer de ces diverses études? D'abord que celles qui sont les plus intéressantes témoignent d'une approche méso-économique s'appuyant sur diverses analyses sectorielles de même que sur un modèle général qui tient compte de l'évolution des grandes variables de l'économie. Ensuite que la révolution technologique est beaucoup moins spectaculaire que certains le prétendaient et qu'elle n'annonce aucune rupture brutale. Dans les prévisions globales, comme nous l'avons dit, la variable clé demeure l'évolution de la demande ou de la

SPECTREX LTEE

Votre fournisseur d'ACCESSOIRES d'instruments d'analyse au Québec

- 1- Electrodes en graphite de General Graphites Inc.
- 2- Accessoires infrarouges de Foxboro-Wilks
- 3- Cellules UV-visibles de Spectrocell Inc.
- 4- Lampes à cathode creuse de Cathodeon Ltd.

- 5- Lampes au deutérium de Cathodeon Ltd.
- 6- Electrodes pH de Ingold Electrodes Inc.
- 7- Micropipettes de Labsystems Inc.
- 8- Filtres et membranes de Schleicher & Schuell Inc.

Afin de recevoir plus de renseignements, veuillez encercler le numéro qui vous intéresse dans le coupon ci-dessous et l'expédier à:

Spectrex Ltée, 5250 Ferrier, #508, Montréal, Qc, H4P 1L6 (514) 738-3377

1 2 3 4 5 6 7 8

Nom _____ Dept _____

Compagnie _____ Adresse _____

Ville _____ Province _____ Code postal _____

BIBLIOTHÈQUE DU NOUVEAU MONDE

Une nouvelle collection prestigieuse

croissance économique générale. Il reste cependant que l'impact peut être beaucoup plus important pour certaines branches industrielles; la plupart des études prévoient des transferts importants d'emplois entre les secteurs et donc, dans plusieurs cas, des restructurations industrielles majeures. Mais toutes ces transformations se feront relativement lentement à cause du poids des comportements sociaux.

Notre analyse va dans ce sens. Elle prévoit justement des rythmes différents de pénétration et de diffusion des nouvelles technologies selon les secteurs. Elle tient compte de différents types de technologies et de diverses contraintes ou freins tels que les comportements des syndicats, les problèmes de la formation ou le coût élevé de certaines technologies pour les petites entreprises. Elle utilise des taux de croissance différents selon les secteurs. Surtout, elle va plus loin que la plupart des autres études en s'arrêtant de façon très marquée au secteur tertiaire, soit par les études par branches, soit par celles qui portent sur les professions horizontales, alors que l'on sait que le secteur tertiaire compte partout pour plus de 60 p. cent de l'emploi, comme le souligne la note du secrétariat de l'Organisation de coopération et de développement économique¹⁵ sur les nouvelles technologies.

LE BESOIN DE PLUS DE RECHERCHE

Il reste que notre recherche, comme celles effectuées dans d'autres pays, est encore trop limitée.

D'abord, sauf pour ce qui est de l'étude de la SPRU, ces recherches tiennent peu compte de l'impact international, c'est-à-dire de l'évolution différenciée de la pénétration des nouvelles technologies par pays et par secteur, et ainsi des effets indirects soit positifs (pénétration de nouveaux marchés étrangers grâce à une croissance supérieure de la productivité), comme cela semble être le cas pour le Japon (rapport Kuwahara)¹⁶, soit négatifs (avec la perte d'une partie du marché national au profit de firmes étrangères plus productives). De plus, comme nous l'avons souligné au début, en ne s'arrêtant qu'aux technologies de production, elles font fi de l'effet de l'innovation et du développement de créneaux nouveaux ou encore des technologies de management, de mise en marché, etc. D'ailleurs, toutes les études ne parviennent que difficilement à imaginer de nouvelles productions créatrices d'emplois; d'autant plus que dans le cas des branches industrielles dites de pointe telles que la production du matériel électronique, il se crée peu d'emplois.

Les études ne tiennent pas ou tiennent peu compte de l'évolution différenciée des prix ou considèrent que les prix évolueront selon les tendances passées. De même, elles ne prennent pas en considération l'impact régional dans les économies. Enfin, elles demeurent encore trop générales alors que l'on sait que le choix et la façon d'utiliser les nouvelles technologies relèvent des firmes et plus précisément de la direction de celles-ci¹⁷.

Le GREPME

Le Groupe de recherche en économie et gestion des petites et moyennes organisations et de leur environnement (GREPME) réunit onze professeurs-chercheurs ainsi que huit assistants et auxiliaires de recherche. Ce groupe est sans doute le plus important dans le domaine de la recherche sur les PME dans le monde. Il a été créé officiellement en 1979, mais a démarré ses recherches dès 1976.


Les activités du groupe de recherche se divisent en deux missions : recherche et services à la collectivité. La mission recherche, qui englobe 34 projets, comprend 4 volets :

1. l'étude des comportements généraux des organisations économiques de taille restreinte;
2. l'étude des différentes fonctions de ces organisations;
3. l'analyse des différentes interdépendances avec l'environnement proche ou lointain dans le cadre de la théorie économique régionale;
4. l'élaboration d'éléments théoriques et méthodologiques pour mieux aborder ce domaine.

La mission services à la collectivité entend quant à elle élaborer divers instruments d'intervention auprès des organisations économiques de taille restreinte. Les membres du GREPME participent à des organismes régionaux de développement et des efforts particuliers sont faits pour diffuser les résultats des recherches. Depuis le début, 60 articles scientifiques et une dizaine d'ouvrages ont été publiés.

Évidemment, compte tenu des ressources et du temps disponibles, il est difficile de traiter dans une même étude de tous ces aspects. Pour ce qui est du dernier point, nous en avons justement commencé une autre visant à analyser les conditions ou les contraintes favorisant ou défavorisant l'introduction et la diffusion des nouvelles technologies dans les entreprises. On sait que la structure de celles-ci, le type

de formation et les attitudes de la direction, et enfin la qualité du système d'information externe expliquent une bonne partie des différences de comportements vis-à-vis des nouvelles technologies. Nous espérons que ces analyses, complétées par d'autres réalisées à l'étranger, nous aideront à nuancer encore plus les résultats que nous avons obtenus. □

Québec 

18

Le programme de soutien à l'emploi scientifique dans les entreprises se poursuit.

SOUTIEN À L'EMPLOI SCIENTIFIQUE !

NATURE DES EMPLOIS

Emplois professionnels

Concernent les personnes qui détiennent un diplôme universitaire de 1^{er} cycle en sciences de la nature, sciences physiques et génie.

Emplois de techniciens


Concernent les personnes qui détiennent un diplôme d'études collégiales (DEC) de formation professionnelle en techniques biologiques ou physiques, incluant l'informatique.

Le programme de soutien à l'emploi scientifique lancé en 1984 se poursuit cette année. Depuis sa création, 800 postes de professionnels et de techniciens ont été subventionnés.

Les demandes de subvention sont analysées au fur et à mesure de leur réception et pourront être acceptées jusqu'à l'épuisement des crédits.

L'employeur peut se procurer un formulaire d'inscription en s'adressant au:
Ministère du Commerce extérieur et du Développement technologique
875, av. Grande-Allée est
Québec (QUÉBEC)
G1R 4Y8

(418) 643-3885

 Commerce extérieur et Développement technologique Québec

Carte d'information: n° 105

NOTES ET RÉFÉRENCES

- Cette étude constitue une première synthèse d'une recherche réalisée sous la direction de P.-A. Julien et de J.-C. Thibodeau, et subventionnée par les ministères québécois de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu, de l'Énergie et des Ressources, de l'Enseignement supérieur et de la Science et du Bureau de la statistique du Québec. Les autres chercheurs qui ont participé à cette recherche sont, par ordre alphabétique, A. Bélanger, L. Hébert, R. Jacob, D. Lacerte, G. Lafrance, J. Lorrain, A. Lemelin, Y. Martineau, G. Matthews, M.-T. Pontbriand et J.-P. Surprenant de l'Institut national de la recherche scientifique (sections Urbanisation et Énergie) et de l'Université du Québec à Trois-Rivières.
- Par exemple, A. SAUVY, *La machine et le chômage. Le progrès technique et l'emploi*, Paris, Dunod, 1980; V.A. Personick, *The Outlook for Industry Output and Employment Thought*, *Monthly Labor Review*, vol. 104, n° 8, août 1981, pp. 28-41; ou J.D. Whitney et R.A. Wilsok, *Quantifying the Employment Effects of Micro-Electronics*, *Futures*, vol. 14, n° 6, déc. 1982, pp. 486-495.
- McLEAN, M.J., *The Impact of the Micro-Electronics Industry on the Structure of the Canadian Economy*, Montréal, Institut de recherche politique, 1979; NORMAN, C., *Micro-Electronics at Work: Productivity and Jobs in the World Economy*, *Worldwatch Papers*, n° 39, oct. 1980, 39 pages. Au sujet de l'utilisation de la robotique dans la production et ses perspectives d'avenir, voir *Journal officiel de la République française*, avril 1982, pp. 380-448.
- LEFEBVRE, L., LEFEBVRE, E. et DUCHARME, J., Les entreprises québécoises et l'informatique: situation actuelle et perspectives futures, *Gestion*, nov. 1985, pp. 31-34.
- Un modèle interindustriel permet de mesurer les liens par exemple d'achats et de ventes entre les industries et ainsi de tenir compte de l'effet de l'évolution d'une industrie sur les autres, selon les relations antérieures. Un des objectifs de cette étude est justement de changer les coefficients définissant le poids des interdépendances de façon à tenir compte de la révolution technologique actuelle.
- MEYER, D. et coll., Les effets de l'informatisation sur le travail et l'emploi en France à l'horizon 1985, *Informatisation et emploi: menace ou mutation*, Paris, La Documentation française, 1981.
- BIPE-INSEE, *La productivité dans les industries manufacturières*, Paris, sept. 1982.
- INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG, *Technischen Fortschritt-Auswirkungen auf Wirtschaft und Arbeits Markt*, Munich, sept. 1979; HOLLARD, M. et coll., *Emploi et informatisation*, Bruxelles, Commission des communautés européennes, non daté.
- Voir à ce propos J. POPPER, *La dynamique des systèmes*, Paris, Les Éditions d'organisations et Montréal, Les Presses de l'Université du Québec, 1973.
- PROGNOS AG BASEL, *Technischen Fortschritt-Auswirkungen auf Wirtschaft und Arbeits Markt*, Düsseldorf, 1980, résumé par M. Hollard et coll., op. cit.
- LEONTIEFF, W. et DUCHIN, F., *The Impacts of Automation on Employment 1983-2000*, Washington, National Science Foundation, 1984.
- TECHNOLOGY MANAGEMENT CENTER, *The Use of Advanced Manufacturing Technology Impacted by Import Competition: An Analysis of Three Pennsylvania Industries*, Philadelphie, Council for Labor and Industry, sept. 1985.
- MAGUN, S., *The Effect of Technological Changes on the Labour Market in Canada*, rapport préparé pour la Commission sur l'emploi et l'immigration, ronéotypé, mai 1984.
- SCIENCE POLICY RESEARCH UNIT, *Information, Technology and Employment. An Assessment*, University of Sussex, ronéotypé, avril 1985.
- OCDE, *Technologie et emploi*, note du secrétariat, Direction de la science, de la technologie et de l'industrie, 21 juin 1985.
- RAPPORT KUWAHARA, *Creating New Jobs in High Technology Industries*, rapport présenté à la conférence de l'OCDE sur Le changement structurel et la croissance économique, 1984, cité par l'équipe de la Science Policy Research Unit, op. cit.
- JULIEN, P.-A. et HÉBERT, L., Le rythme de pénétration des nouvelles technologies dans les PME manufacturières québécoises, *Journal of Small Business and Entrepreneurship*, vol. 3, n° 4, printemps 1986, pp. 24-35.

BIBLIOTHÈQUE DU NOUVEAU MONDE

*Une nouvelle collection prestigieuse
vouée au patrimoine littéraire*

- La «Bibliothèque du Nouveau Monde» rassemble, en éditions critiques, les textes fondamentaux de la littérature québécoise.
- Un corpus d'une trentaine de volumes à raison de cinq ou six parutions l'an, composé :
 - des écrits de la Nouvelle-France
 - des textes des 19^e et 20^e siècles
- Un projet de grande envergure qui implique la plupart des universités francophones du Canada et rejoint les perspectives des grandes éditions internationales.

(Coordonnateurs : Roméo Arbour, Jean-Louis Major, Laurent Mailhot)

Offre de lancement

valable jusqu'au 31 janvier 1987

1 Avec l'achat des 4 premiers volumes de la collection BNM, bénéficiez d'une remise de **20%** et de la prime n° 2, soit **144\$** au lieu de 180\$.

2 Avec l'achat de 2 des 4 premiers titres parus, obtenez **gratuitement** : Alain Grandbois, *Poèmes inédits* (PUM, 84 p., 9,95\$).

Une pré-publication de l'édition critique des œuvres d'Alain Grandbois à paraître dans la collection BNM.

Éditions critiques

Arthur Buies, *Chroniques I*
(Francis Parmentier) 675 p. 60\$

Jacques Cartier, *Relations*
(Michel Bideaux) 500 p. 48\$

**Claude-Henri Grignon
*Un homme et son péché***
(Antoine Sirois, Yvette Francoli) 260 p. 34\$

Albert Laberge, *La Scouine*
(Paul Wyczynski) 300 p. 38\$

Prix régulier 180\$

Prix spécial **144\$**

Bon de commande

Je désire recevoir l'offre n° 1 à **144\$** _____ \$

Je désire recevoir les 2 titres suivants :
(offre n° 2)

Arthur Buies, *Chroniques I* (60\$) _____ \$

Jacques Cartier, *Relations* (48\$) _____ \$

Claude-Henri Grignon
Un homme et son péché (34\$) _____ \$

Albert Laberge, *La Scouine* (38\$) _____ \$

Frais de port** _____ \$

Total _____ \$

Paiement ci-joint (chèque ou mandat)
à l'adresse postale*

**Frais de port : Canada 5% - Étranger 10%

Visa Mastercard

Date d'expiration : _____

Nom : _____

Adresse : _____

Code postal _____



*Les Presses de l'Université de Montréal
C.P. 6128, succ. A
Montréal, QC, Canada H3C 3J7
Tél. : (514) 343-6929

L'intoxication des bélugas dans le Saint-Laurent

par Pierre Béland et Daniel Martineau

20



Pierre Béland est chercheur et directeur au Centre de recherche en écologie des pêches, Pêches et Océans Canada, à Rimouski. Il est également professeur associé à l'Université du Québec et professeur invité à l'INRS-Océanologie, à Rimouski.



Daniel Martineau est actuellement en résidence au Département de pathologie, New York State College of Veterinary Medicine, Université Cornell. Il est diplômé de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal, à Saint-Hyacinthe.

La chasse commerciale enfin interdite, les bélugas sont maintenant aux prises avec de nombreux produits toxiques déversés dans le Saint-Laurent. Un triste sort. Un programme a donc été mis sur pied pour évaluer l'effet de ces contaminants sur ces mammifères marins. Il comprenait l'autopsie de carcasses échouées et une évaluation de la dynamique de la population.

□ Dans les années soixante-dix, la communauté scientifique prit conscience que de nombreux produits toxiques étaient répandus sur toute la planète. Certains composés organochlorés, les biphényles polychlorés (BPC) et l'insecticide DDT, semblaient même être la cause de problèmes de reproduction chez des phoques et des otaries^{1,2}. Les cétacés paraissaient moins touchés, bien que certaines analyses aient révélé une très forte contamination confinée au tissu adipeux^{3,4}. Mais devant l'apparente impossibilité d'obtenir des spécimens de baleines et de dauphins provenant de populations bien circonscrites, aucun programme d'analyse toxicologique et pathologique ne fut mis sur pied.

On rationalisa la situation en considérant le tissu adipeux des cétacés comme un réservoir essentiellement inerte. Les organochlorés (BPC et DDT) étant hautement solubles dans les graisses et résistants à la dégradation biologique, leur présence résultait d'un processus d'accumulation à long terme et non d'une exposition quotidienne importante par les voies alimentaires. L'effet de ces contaminants sur les cétacés n'était donc pas perçu comme significatif. En fait, à cette époque, la chasse commerciale constituait une menace plus immédiate pour les cétacés, et des mesures de protection contre elle furent adoptées.



Photo Robert Michaud, GREMM

LE BÉLUGA DU SAINT-LAURENT

Le béluga (*Delphinapterus Leucas*) est une petite baleine à dents (odontocète) qui fréquente les estuaires et le plateau continental des régions arctiques. Il est opportuniste dans sa quête de nourriture, prélevant à toutes profondeurs divers poissons, crevettes, mollusques et vers. L'adulte, de couleur blanche, atteint une longueur maximale d'environ 4,5 m. Sa longévité est estimée à environ trente ans et les femelles donnent naissance à un seul jeune, de couleur brune, tous les deux ou trois ans. Le jeune est sevré entre l'âge de un à deux ans, mais les juvéniles, de couleur foncée, accompagnent les femelles pendant plusieurs années. Ils perdent progressivement leur couleur grise à partir de leur sixième année.

L'estuaire du Saint-Laurent, dans le voisinage de l'embouchure du Saguenay, constitue l'habitat principal d'une population résidente de bélugas, isolée des autres populations du monde. La conjonction des facteurs climatiques et d'une circulation d'eau faisant remonter les eaux profondes contribue à donner à cette zone un caractère arctique inhabituel en regard de sa latitude. Le dynamisme dû au balancement des marées ainsi que le mélange de masses d'eaux marines avec celles du fleuve Saint-Laurent, du Saguenay et de plusieurs autres rivières favorisent une productivité élevée de la flore et de la faune aquatiques. Cette région offre donc, dans un espace relativement restreint, divers habitats analogues à ceux fréquentés par les populations de bélugas arctiques pendant un cycle de un an.

Pour le béluga du Saint-Laurent, cela signifiait la fin d'une chasse ininterrompue depuis le XVII^e siècle. La dernière période d'exploitation intensive, au cours des années cinquante, avait causé une baisse dramatique du nombre

de ces baleines. Toutefois, vingt ans plus tard, L. Pippard attirait l'attention sur l'état toujours précaire de la population⁵. Aujourd'hui, on ne dénombre toujours que de 350 à 500 individus, soit le dixième ou

moins des effectifs (5 000) estimés à la fin du XIX^e siècle⁶. Plusieurs hypothèses tentant d'expliquer ce manque de dynamisme furent avancées, mais aucune ne fut vérifiée.

UNE APPROCHE ORIGINALE

En 1982, nous avons mis sur pied un programme visant à récupérer les carcasses de bélugas qui s'échouent de temps à autre sur les rives du Saint-Laurent (figure 1). L'objectif était de les autopsier et de mesurer la teneur en contaminants de leurs tissus. L'originalité du projet consistait à intégrer ces deux approches en vue d'éventuellement faire le lien entre des lésions et les effets toxiques des contaminants. Le béluga du Saint-Laurent, en raison de son intégrité démographique et de sa position à la jonction de grands cours d'eau contaminés, le Saint-Laurent et le Saguenay, semblait constituer un sujet idéal pour ce genre d'étude (voir l'encadré 1).

Au cours des quatre années qui suivirent, une équipe pluridisciplinaire fut formée (voir l'encadré 2). Sur un total de 58 carcasses signalées⁷, 48 ont été échantillonnées et 15 autopsiées (figure 2).

Jusqu'à présent, 24 contaminants différents (9 métaux lourds et 15 organiques) ont été détectés dans divers tissus. Dans un premier temps, nos efforts ont porté sur certains composés organiques, dont trois organochlorés (BPC, DDT et Mirex) et un hydrocarbure aromatique polycyclique (le benzo-a-pyrène ou BaP).

LES ORGANOCHLORÉS

Tous les bélugas échantillonnés sont fortement contaminés par des organochlorés comme le BPC et les DDT. Les concentrations mesurées dans le tissu adipeux sont égales ou supérieures à tout ce qui avait été rapporté chez les pinnipèdes et les cétacés à ce jour, à

Figure 1



Photo Centre de recherche en écologie des pêches

Chaque année, des bélugas viennent s'échouer sur les rives du Saint-Laurent. En 1982, un programme a été mis sur pied pour en récupérer les carcasses, les autopsier et mesurer la teneur en contaminants des tissus. L'objectif était d'établir le lien entre les lésions observées et les effets toxiques des produits décelés.

UNE ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE

Les résultats rapportés ici sont le fruit d'une collaboration entre des chercheurs de plusieurs institutions.

- Pour la recherche en chimie analytique et en toxicologie : R. Massé et L. Tremblay, de l'INRS-Santé; C. Desjardins, de Pêches et Océans Canada; L. Shugart, du Oak Ridge National Laboratory, et D. Sdicu, du Centre de recherche en écologie des pêches (CREP) et de l'Université du Québec à Rimouski.
- Pour l'examen des carcasses et la pathologie : P. Robichaud, R. Plante et L. Ménard, du CREP; C. Girard, A. Lagacé, R. Higgins, R. Bourassa et M. Saint-Pierre, de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal, et D. Armstrong, du ministère de l'Agriculture de l'Alberta.
- Pour la biologie des populations : A. Vézina, du CREP; R. Laflèche, de la Faculté de médecine dentaire de l'Université Laval, et D. Sergeant, de la Station de biologie arctique de Sainte-Anne-de-Bellevue.
- Pour le suivi de la population et l'étude du comportement : C. Barrette, R. Michaud, D. Lefebvre et P. Corbeil, du Département de biologie de l'Université Laval; A. Whitehead et A. Faucher, du Département de biologie de l'Université Dalhousie, et Y. Boivin, consultant à Chicoutimi.

Par ailleurs, l'examen d'un si grand nombre d'animaux échoués aurait été impossible sans la collaboration de nombreux riverains et de plusieurs assistants et autres collaborateurs qu'on ne peut énumérer ici.

l'exception d'une étude sur les marsouins communs de la baie de Fundy⁸. Lorsqu'ils sont analysés sur une base de poids total, le foie et le rein sont beaucoup moins contaminés que les tissus adipeux, où se trouve donc la quasi-totalité de la charge de l'animal. Cependant, dans l'ensemble, les différences entre les tissus s'estompent lorsque les concentrations sont calculées sur une base de lipides. Cela montre que les organochlorés tendent à se répartir dans l'organisme en rapport avec le contenu lipidique des tissus et qu'il y a échange dynamique entre le réservoir principal et d'autres tissus vitaux⁸.

La charge totale en organochlorés varie selon le sexe et l'âge des bélugas⁸ (figure 3). Elle atteint des degrés divers chez les individus les plus jeunes, parmi lesquels on trouve d'ailleurs les animaux les plus contaminés. Chez les adultes, la charge augmente de façon exponentielle avec l'âge, mais à un rythme plus rapide chez les femelles. Pour un même âge, celles-ci sont cependant moins contaminées que les mâles. Ces différences résultent des processus d'ingestion et d'excrétion des contaminants.

Chez les animaux les plus jeunes, la contamination n'a pu se faire que par un transfert des contaminants par la voie du placenta et/ou par le lait maternel. Il en résulte chez le jeune une charge plus ou moins forte selon l'âge de sa mère et une baisse correspondante chez celle-ci. Incidemment, la constatation selon laquelle la charge totale chez les femelles adultes augmente en dépit de ce mécanisme soulève la question du faible succès à la reproduction dans le Saint-Laurent. Chez les mâles, cette voie d'excrétion n'existe pas, et la charge totale demeure plus élevée. Enfin, l'accroissement annuel plus rapide de la charge totale chez

L'intoxication des bélugas dans le Saint-Laurent

par Pierre Béland et Robert Nadeau

22 les femelles suggère un régime plus riche en organochlorés. D'ailleurs, des analyses de contenus stomacaux à la fin des années trente⁹ montraient qu'il y avait une variation dans le régime des jeunes et les observations sur le terrain montrent en effet que les mâles, en été du moins, n'utilisent pas aussi intensément certains habitats occupés par les femelles et les jeunes^{5,10}.

Bien que la charge totale en organochlorés diffère selon les individus et les tissus, les profils chromatographiques des différents composés sont très semblables. Cette similarité confirme l'hypothèse de l'échange dynamique entre les tissus¹¹. Le métabolite DDE est toujours le composé le plus abondant, ce qui reflète la conversion lente du DDT en DDD, puis en DDE, lors de son séjour dans les chaînes alimentaires. La comparaison entre les concentrations de DDE dans le foie, le rein et le tissu adipeux laisse croire que la dégradation du DDT en ses métabolites s'effectue, chez le béluga, dans les tissus métaboliquement plus actifs. En effet, chez les mâles adultes et chez les individus très jeunes, la proportion de DDT non métabolisé est six fois plus élevée dans le tissu adipeux que dans le rein ou le foie. Cette différence, qui n'existe pas chez les femelles, semble pouvoir être reliée à la charge totale, qui est plus forte chez les mâles adultes et chez certains individus très jeunes⁸. L'enrichissement en DDE résulterait ainsi d'une activité métabolique plus élevée chez ces animaux, en raison d'un mécanisme d'induction enzymatique déclenché par certains isomères de BPC.

Les biphényles polychlorés sont constitués de deux noyaux phényles, sur lesquels sont greffés un nombre plus ou moins élevé d'atomes de chlore ou d'hydrogène, définissant ainsi un grand nombre d'isomères. Le nombre d'atomes de

Photo Pierre Béland, CREP

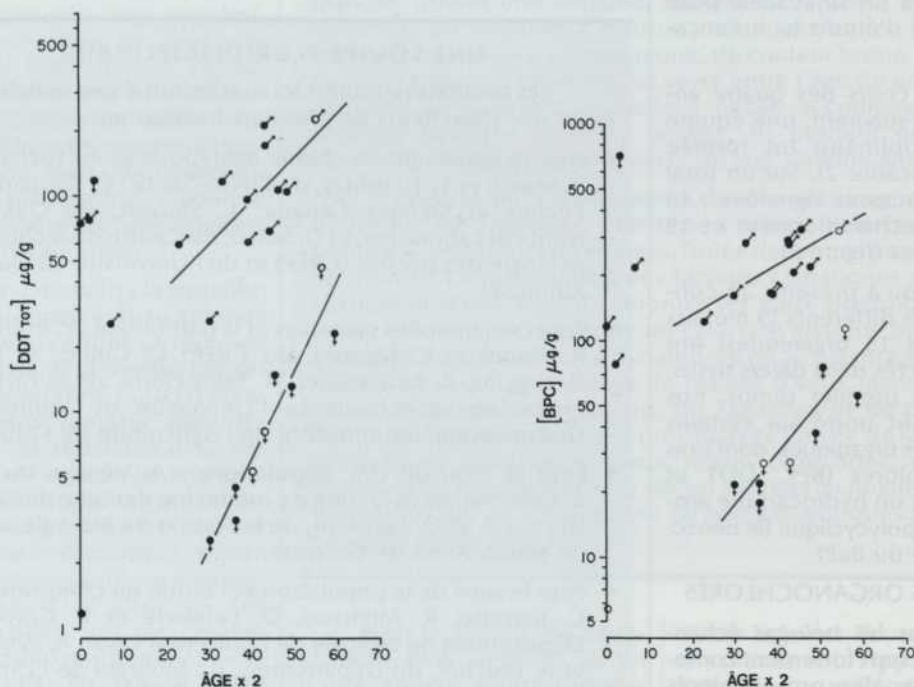
Figure 2



Depuis le début du programme, sur 58 carcasses signalées, 15 ont été autopsiées à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal. Les examens ont permis d'identifier les causes de mortalité et de décrire plusieurs lésions graves.

chlore, leur position et l'espèce de mammifère considérée influent considérablement sur la dynamique et sur la toxicité de chacun des isomères chez l'animal vivant^{13,14}. Les profils des tissus de bélugas du Saint-Laurent montrent que la plupart des isomères à faible teneur en chlore, dominants dans les préparations commerciales, ont été métabolisés dans les chaînes alimentaires¹¹. Parmi les isomères les plus abondants chez les bélugas, on trouve des tétra, des penta, des hexa et des heptachlorobiphényles, dont plusieurs sont particulièrement résistants à toute transformation métabolique et dont le taux d'excrétion est faible chez des animaux de laboratoire¹¹. Certains de ces isomères provoquent ailleurs les mêmes effets toxiques que la dioxine;

Figure 3



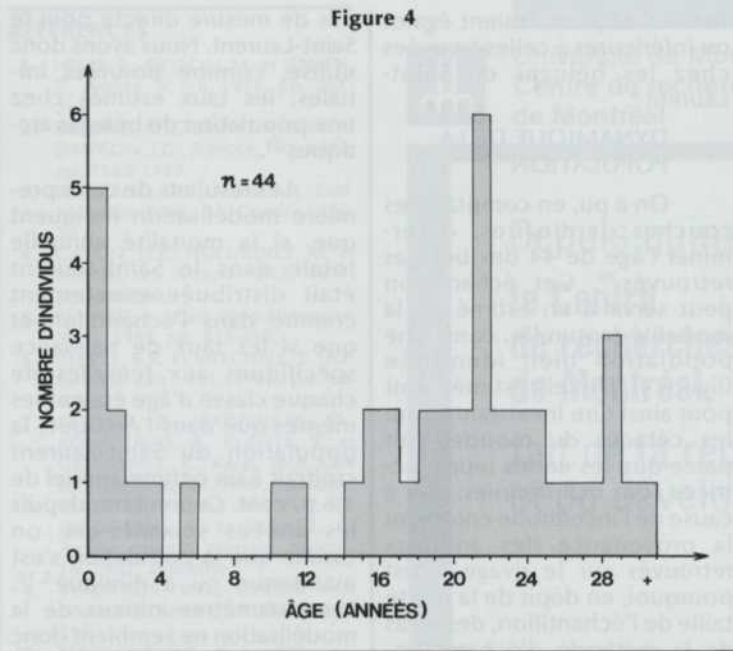
La concentration en organochlorés varie selon le sexe et l'âge des bélugas. Elle atteint des degrés divers chez les individus les plus jeunes, où se trouvent d'ailleurs les animaux les plus contaminés. Chez les adultes, la charge augmente de façon exponentielle avec l'âge, mais à un rythme plus rapide chez les femelles. Pour un même âge, celles-ci sont cependant moins contaminées que les mâles. Ces différences résultent des processus d'ingestion et d'excrétion des contaminants.

d'autres sont des inducteurs de l'hydroxylase d'hydrocarbures aryles ou de celle du benzo-a-pyrène chez le rat¹¹. Puisque ces isomères sont persistants, l'exposition totale à long terme à ces inducteurs peut être significative. Les effets potentiels d'une exposition combinée aux composés organochlorés et aux hydrocarbures aromatiques polycycliques n'ont jamais été examinés chez les cétacés¹¹.

LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

Le Saguenay, une partie importante de l'habitat du béluga, est fortement contaminé par des hydrocarbures aromatiques polycycliques, en particulier les benzo-a-pyrènes¹². Les alumineries installées sur ses rives seraient la source principale de ces polluants, dont la quantité totale dans les sédiments est évaluée à 40 tonnes. On a d'ailleurs démontré que les moules provenant de l'embouchure du Saguenay en contiennent plus que toute autre population de l'estuaire et du golfe¹³.

Les benzo-a-pyrènes sont cancérigènes et on leur a attribué l'incidence anormalement élevée de cancer de la vessie dans la région de Chicoutimi¹⁴. La description subséquente d'un cas analogue de cancer de la vessie chez un béluga a donc suscité l'hypothèse d'une cause commune¹⁵. Récemment, la détection de quantités importantes de BaP dans les cerveaux de trois animaux prélevés en 1986 constitue une preuve irréfutable que ces derniers ont été exposés à ces produits et qu'ils les ont métabolisés en une forme ultime cancérigène¹⁶. Ces métabolites, liés à l'ADN cellulaire, seraient le signe, en outre, d'une détérioration potentiellement significative du pool génétique de la population¹⁷.



On a pu, en comptant les couches dentinaires, déterminer l'âge de 44 des bélugas retrouvés. Cet échantillon peut servir à un estimé de la mortalité naturelle dans une population bien identifiée. De tels estimés sont pour ainsi dire inexistantes pour les cétacés du monde, soit parce que les unités reproductrices sont mal définies, soit à cause de l'incertitude entourant la provenance des animaux retrouvés sur le rivage.

Les effets potentiels de plusieurs autres composés présents dans les tissus des bélugas du Saint-Laurent n'ont pas encore été étudiés. En particulier, le Mirex, trouvé chez presque tous les animaux (jusqu'à 6 ppm), est un pesticide très toxique et extrêmement stable. En constatant l'ampleur du phé-

nomène de contamination dans cette population, on ne peut que s'interroger sur les effets synergiques d'une telle variété de composés sur la physiologie d'un même animal.

PATHOLOGIE

C'est à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal qu'ont été pratiquées les autopsies des quinze carcasses fraîches dont nous parlions plus haut. L'examen macroscopique a été suivi d'expertises en histopathologie, en bactériologie et en virologie. Trois constatations principales se dégagent de ces examens.

Premièrement, ils ont permis la description de lésions encore jamais rapportées chez les cétacés ou chez les odontocètes (baleines à dents) : cancer de la vessie, anévrisme disséquant de l'artère pulmonaire, fibrose de la rate et lésion cutanée associée à un virus de type herpès. Deuxièmement, on a noté des taux d'incidence élevés pour certains types de lésions en comparaison d'autres cétacés examinés dans le cadre de programmes semblables ailleurs dans le monde. Sur 15 animaux, on a décelé 2 cas

Tableau 1

Table de survie pour le béluga du Saint-Laurent : le nombre de morts correspond aux carcasses dont on a pu déterminer l'âge, pour la période de septembre 1982 à juin 1986. Le groupement par classe de trois ans permet de niveler les différences dues aux aléas de l'échantillonnage. Le taux de survie pour un âge donné s'obtient en prenant la racine cubique du taux de survie à la classe d'âge.

Contrairement aux grands mammifères, pour lesquels la mortalité est en général élevée au début et à la fin de la vie mais relativement faible entre les deux, la table calculée pour le béluga du Saint-Laurent montre un excès de mortalité à partir de l'âge de 16 ans, culminant vers 22 ans (pour une longévité estimée à environ 30 ans).

Classe d'âge (ans)	Nombre de morts	Fréquence	Taux de survie	Taux de mortalité à la classe d'âge	Taux de mortalité à la classe d'âge	Taux de survie
0-2	8	44	1,000	0,182	0,182	0,818
3-5	2	36	0,818	0,045	0,055	0,945
6-8	0	34	0,772	0,000	0,000	1,000
9-11	2	34	0,772	0,045	0,058	0,942
12-14	1	32	0,727	0,025	0,034	0,966
15-17	5	31	0,705	0,114	0,162	0,838
18-20	6	26	0,591	0,136	0,230	0,770
21-23	10	20	0,455	0,227	0,499	0,501
24-26	4	10	0,227	0,091	0,401	0,599
27-29	5	6	0,136	0,114	0,838	0,162
30 et plus	1	1	0,023	0,023	1,000	0,000

d'ulcères gastriques perforés et 7 tumeurs. Et enfin troisièmement, on a remarqué la présence simultanée de plusieurs lésions graves chez un même animal^{15,18,19}.

Les cas de deux jeunes bélugas étaient particulièrement intéressants. Le premier, âgé de 2,5 ans ou moins, présentait un ulcère gastrique perforé avec péritonite, une broncho-pneumonie vermineuse, une dermatite généralisée associée à une particule virale de type herpès et une hépatite chronique. Le second, âgé de 1,5 ans, avait une encéphalite, une broncho-pneumonie vermineuse, une mastite et une dermatite généralisée. Un troisième animal, une jeune femelle adulte de 14 ans, présentait une infection systémique à *nocardia*. Ces cas témoignent d'une immunosuppression. Le tissu adipeux de ces trois animaux portait une charge en organochlorés largement supérieure à la moyenne pour leur groupe d'âge. En particulier chez le premier animal, le taux mesuré était le plus élevé de l'ensemble des carcasses examinées (576 µg/g, poids total).

Bien qu'il soit possible de dégager de ce bilan certaines constantes, l'absence d'études cliniques sur les cétacés ne permet pas de mettre en cause directement l'un des composés toxiques présents. Néanmoins, les études sur plusieurs espèces de mammifères sont révélatrices. Les BaP sont des cancérigènes connus. Les BPC ont été incriminés dans des cas de nécrose et de fibrose hépatiques, d'érosions gastriques, de métaplasie pavimenteuse de diverses structures glandulaires, de lésions cutanées ainsi que d'immunosuppression. Les BPC et les métabolites du DDT ont également des effets estrogéniques. Des dysfonctions hormonales et reproductives ont été notées chez diverses espèces de mammifères, incluant les pinnipèdes, chez lesquelles les concentrations de BPC dans

le tissu adipeux étaient égales ou inférieures à celles trouvées chez les bélugas du Saint-Laurent⁸.

DYNAMIQUE DE LA POPULATION

On a pu, en comptant les couches dentinaires, déterminer l'âge de 44 des bélugas retrouvés²⁰. Cet échantillon peut servir à un estimé de la mortalité naturelle dans une population bien identifiée (figure 4). De tels estimés sont pour ainsi dire inexistantes pour les cétacés du monde, soit parce que les unités reproductrices sont mal définies, soit à cause de l'incertitude entourant la provenance des animaux retrouvés sur le rivage. C'est pourquoi, en dépit de la petite taille de l'échantillon, des aléas de la méthode d'échantillonnage et de la prudence qu'il faut manifester dans ce genre d'analyse, il semblait possible d'utiliser ces données de mortalité pour une modélisation qui permette d'évaluer le potentiel d'accroissement de la population²¹.

Le taux de croissance d'une population dépend de l'espérance de vie de la femelle et du nombre moyen de descendants qu'elle produit au cours de sa vie.

À partir du nombre de morts appartenant à chaque classe d'âge dans l'échantillon de carcasses, on a dressé une table qui décrit les chances de survie d'un animal depuis sa naissance jusqu'à un âge donné (tableau 1). Chez les grands mammifères en général, la mortalité est élevée au début et à la fin de la vie, mais relativement faible entre les deux. En comparaison, la table calculée pour le béluga du Saint-Laurent montre un excès de mortalité à partir de l'âge de 16 ans, culminant vers 22 ans (pour une longévité estimée à environ 30 ans). Quant au nombre moyen de veaux (bébés bélugas) produits par une femelle d'un âge donné, il n'y a

pas de mesure directe pour le Saint-Laurent. Nous avons donc utilisé, comme données initiales, les taux estimés chez une population de bélugas arctiques²¹.

Les résultats de cette première modélisation indiquent que, si la mortalité annuelle totale dans le Saint-Laurent était distribuée exactement comme dans l'échantillon et que si les taux de naissance spécifiques aux femelles de chaque classe d'âge étaient les mêmes que dans l'Arctique, la population du Saint-Laurent croîtrait à un rythme annuel de 3,6 p. cent. Cependant, depuis les années soixante-dix, on estime que la population s'est maintenue ou a diminué^{5,10}. Les paramètres initiaux de la modélisation ne semblent donc pas réalistes. En fait, le programme de récupération des carcasses sous-estime la mortalité annuelle totale. Il est inopérant pendant la saison des glaces et certainement incomplet en d'autres temps. De plus, il est probable que les adultes soient surreprésentés par rapport aux plus jeunes en raison de leur masse, de leur flottabilité et de leur visibilité sur les plages. Il n'est pas possible d'évaluer correctement ces aléas. Par ailleurs, dans le Saint-Laurent, le taux de naissance global réel, estimé à partir de la proportion de veaux présents dans la population, est apparemment inférieur de 30 p. cent à celui des populations arctiques¹⁰.

On a donc repris la modélisation en faisant diminuer progressivement les taux de naissance et de survie des jeunes individus âgés de 0 à 3 ans. Les résultats montrent que le taux de croissance de la population est très sensible à de faibles changements dans ces deux paramètres. Il devient nul si l'on réduit simultanément les naissances de 30 p. cent et le taux de survie des jeunes d'environ 10 p. cent par an (soit deux à trois carcasses de plus

retrouvées par an dans ce groupe d'âge). Cette dernière valeur est compatible avec les estimés provenant de populations arctiques. Quant à la réduction de la natalité, elle correspond à la valeur dérivée des recensements. Par conséquent, la modélisation semble indiquer que la population du Saint-Laurent est en décroissance.

Une autre approche consiste à regarder dans la population réelle quelle est la proportion d'individus immatures. Cette proportion constitue un indice qui combine les paramètres naissance et survie des jeunes. Bien qu'elle soit imprécise, elle peut servir à évaluer grossièrement le taux de croissance de la population. Chez le béluga, les immatures sont bruns ou gris et le passage à la coloration blanche se produit après la sixième année. Dans les populations arctiques, la proportion d'animaux non blancs est d'environ 40 p. cent alors que, dans le Saint-Laurent, selon les recensements, elle n'est que de 20 à 30 p. cent¹⁰. En modélisant, on constate que, lorsque le taux de croissance d'une population est positif, celle-ci compte toujours plus de 30 p. cent d'immatures²¹. Vue sous cet angle, la population de bélugas paraît donc être en décroissance.

PERSPECTIVES D'AVENIR

L'approche pluridisciplinaire a permis de mettre en lumière des problèmes sérieux relativement à plusieurs aspects de la biologie de la population des bélugas du Saint-Laurent. En l'absence de mesures directes de plusieurs paramètres et de l'impraticabilité de la méthode expérimentale dans ce cas particulier, il est impossible de mettre en relation directe les causes et les effets dans ce dossier. Néanmoins, tous les indices convergent et font en sorte qu'aucun optimisme n'est aujourd'hui permis.

Les résultats obtenus jusqu'à présent soulèvent une question importante : la contamination de l'estuaire du Saint-Laurent par des produits toxiques non dégradables aurait-elle atteint des niveaux inacceptables pour le maintien de formes de vie placées au sommet des réseaux alimentaires ? Le suivi des contaminants dans les sédiments et dans les nœuds principaux des réseaux alimentaires permettrait d'évaluer l'ampleur du phénomène de transport horizontal (le long du bassin hydrographique) et vertical (progression dans les réseaux alimentaires). Tout le réseau hydrographique du Saint-Laurent est mis en cause par la présence du Mirex dans les tissus des bélugas. Ce pesticide hautement toxique provient d'une source industrielle située sur les rives du lac Ontario. Il est véhiculé principalement par l'anguille en migration²².

Les projets en cours comprennent l'analyse du profil des contaminants organochlorés dans la chaîne pélagique. On prévoit entreprendre un projet analogue sur les chaînes benthiques, aussi utilisées par le béluga. Dans cette perspective, on a commencé l'étude du comportement et des déplacements des troupeaux afin de préciser les habitats les plus utilisés et les zones d'alimentation privilégiées. Puisque la modélisation semble indiquer que la proportion d'animaux non blancs est l'indice le plus directement applicable pour juger du taux de croissance de la population sur le terrain, un suivi de ce paramètre dans le Saint-Laurent s'impose dans l'immédiat. Mais, en définitive, ce sont les connaissances acquises sur le flux des contaminants, la volonté de contrôler les sources de contamination et celle d'instaurer des mesures strictes de protection qui détermineront la période de temps pendant laquelle on pourra encore observer des bélugas dans le Saint-Laurent. □

RÉFÉRENCES

- HELLE, E., OLSSON, M. et JENSEN, S., *Ambio*, 5, 5-6, 1976, pp. 261-263.
- DELONG, R., GILMARTIN, G.W. et SIMPSON, J.G., *Science*, 181, 1973, pp. 1168-1169.
- SERGEANT, D.E., *Cons. Int. Expl. Mer. Mar. Envir.*, 55, Comity 1980, 10 p.
- GASKIN, D.E., HOLDRINET, M. et FRANK, R., *Nature*, 233, 1971, pp. 499-500.
- PIPPARD, L., *Can. Field-Naturalist*, 99, 3, 1985, pp. 438-450.
- REEVES, R.R. et MITCHELL, E., *Naturaliste can.*, 111, 1984, pp. 63-121.
- BÉLAND, P., MARTINEAU, D., ROBICHAUD, P., PLANTE, R. et GREENDALE, R., *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.*, 1987, à paraître.
- MARTINEAU, D., BÉLAND, P., DESJARDINS, C. et LAGACÉ, A., *Archiv. environ. contam. toxicol.*, 16, 1987, à paraître.
- VLADYKOV, V.D., *Contrib. dép. pêcheries Québec*, 17, 1946, pp. 1-155.
- SERGEANT, D.E., *Naturaliste can.*, 113, 1986, pp. 61-81.
- MASSÉ, R., MARTINEAU, D., TREMBLAY, L. et BÉLAND, P., *Archiv. environ. contam. toxicol.*, 15, 1986, pp. 567-579.
- MARTEL, L., GAGNON, M., MASSÉ, R., LECLERC, A. et TREMBLAY, L., *Bull. environ. contam. toxicol.*, 37, 1986, pp. 133-140.
- PICARD-BÉRUBÉ, M., COSSA, D. et PIUZE, J., *Mar. Environ. Res.*, 10, 1983, pp. 63-71.
- THÉRIAULT, G., TREMBLAY, C., CORDIER, S., et GINGRAS, S., *Lancet*, 1, 1984, pp. 947-950.
- MARTINEAU, D., LAGACÉ, A., MASSÉ, R., MORIN, M. et BÉLAND, P., *Can. Vet. J.*, 26, 1985, pp. 297-302.
- Communication personnelle, Dr Lee Shugart, Oak Ridge National Laboratory, Box X, Oak Ridge, Tenn., USA 37831.
- Communication personnelle, Dr Joseph E. Cummins, Dept. of Plant Sci., University of Western Ontario, London, Ont., N6A 5B7.
- MARTINEAU, D., LAGACÉ, A. et BÉLAND, P., *J. Wildl. Dis.*, 22, 1986, pp. 289-294.
- MARTINEAU, D., LAGACÉ, A., BÉLAND, P., HIGGINS, R. et ARMSTRONG, D., *J. Comparative Pathol.*, à paraître.
- SERGEANT, D.E., *J. Fish. Res. Bd Can.*, 30, 1973, pp. 1065-1090.
- BÉLAND, P., VÉZINA, A. et MARTINEAU, D., ms. soumis à *Oecologia*.
- DUTIL, J.-D., LÉGARÉ, B. et DESJARDINS, C., *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42, 1985, pp. 455-458.



Université de Montréal
Centre de recherches écologiques
de Montréal

25

Depuis quinze ans,
**le Centre
de recherches écologiques
de Montréal,**

fait de la recherche
et du développement.

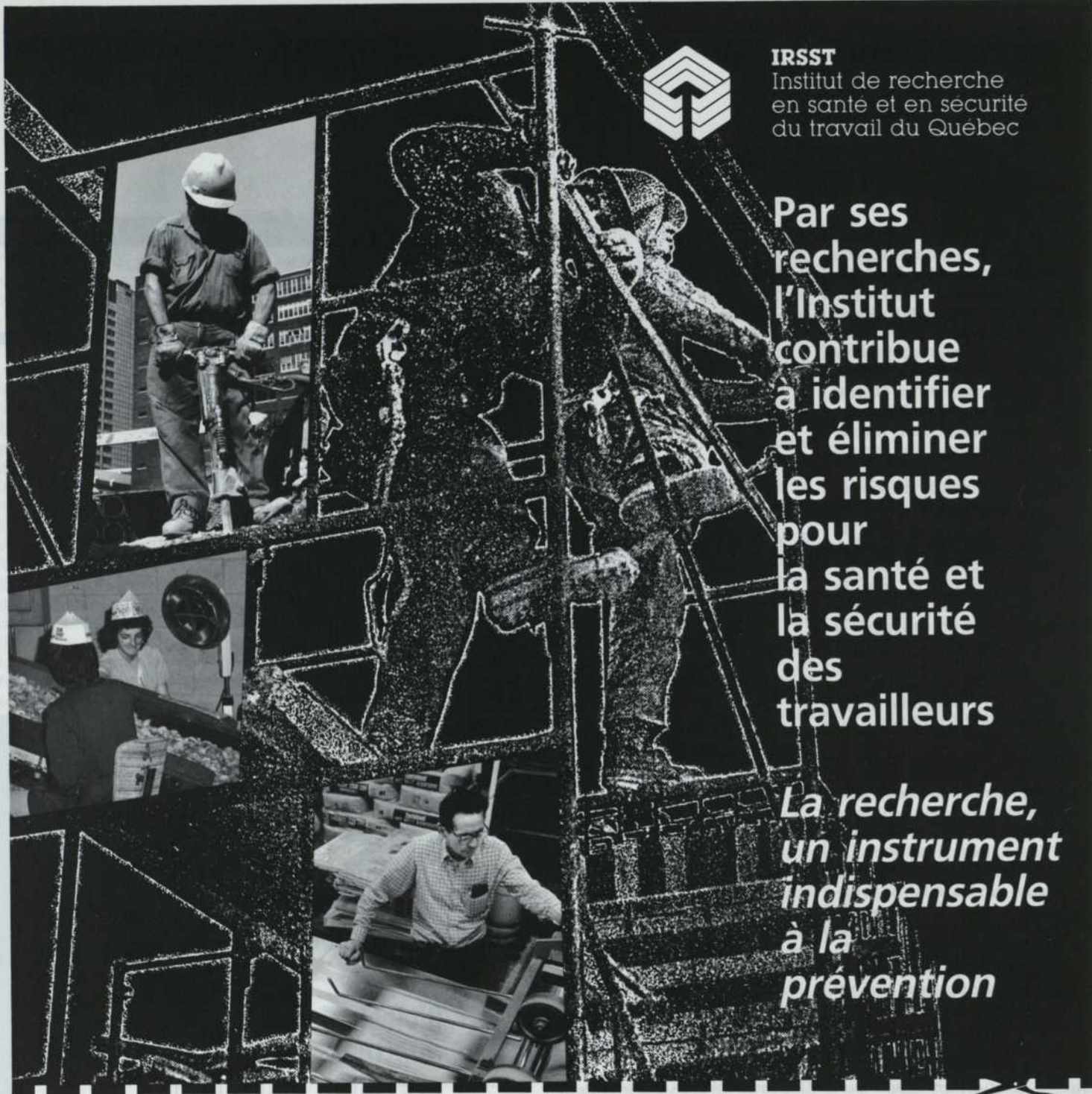
Écologie aquatique
toxicologie des eaux douces
réservoirs hydro-électriques

Écologie terrestre
écosystèmes forestiers
ruptures d'équilibres

Biologie de l'atmosphère
allergies
prévision de récoltes

Faune

**Pour tout problème écologique:
(514) 343-6190**



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

**Par ses
recherches,
l'Institut
contribue
à identifier
et éliminer
les risques
pour
la santé et
la sécurité
des
travailleurs**

**La recherche,
un instrument
indispensable
à la
prévention**

Si vous désirez être informé des recherches menées ou financées par l'Institut, abonnez-vous gratuitement au bulletin d'information L'IRSST, en remplissant le coupon ci-joint:

Nom _____ Fonction _____
Organisme _____ Adresse _____
Ville _____ Province _____ Code postal _____

- Cochez votre secteur d'activité**
- | | |
|---|--|
| 1. DSC _____ | 9. Bibliothèques _____ |
| 2. CLSC _____ | 10. Associations sectorielles paritaires _____ |
| 3. Hôpitaux _____ | 11. Établissements d'enseignement _____ |
| 4. CSST _____ | 12. Associations syndicales _____ |
| 5. Membres d'un comité de santé et sécurité _____ | 13. Associations patronales _____ |
| 6. Entreprises _____ | 14. Associations professionnelles _____ |
| 7. Centres de recherche _____ | 15. Gouvernements _____ |
| 8. Médias _____ | 16. Autres _____ |



IRSST
Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal, Québec
H3A 3C2

La toxicologie industrielle et le problème des expositions à plus d'un agent chimique

par Gabriel L. Plaa, Manon Vézina et Jules Brodeur



Professeur titulaire au Département de pharmacologie, Gabriel Plaa est vice-doyen aux Études supérieures et à la Recherche médicale de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal.



Manon Vézina est attachée de recherche au Département de pharmacologie de l'Université de Montréal.



Professeur titulaire, Jules Brodeur est directeur du Département de médecine du travail et hygiène du milieu de l'Université de Montréal.

Le toxicologue industriel, qui doit veiller à la sécurité des travailleurs exposés à des produits toxiques, n'a pas toujours la tâche facile. En effet, si les dangers dus à l'exposition à un produit toxique sont souvent bien connus, il n'en va pas de même pour les expositions mixtes, une situation pourtant fréquente dans l'industrie.

Les produits chimiques jouent un rôle primordial dans le monde où nous vivons. Notre survie et notre bien-être économique dépendent en effet d'une vaste gamme de composés naturels ou synthétiques. Cependant, il y a un revers à la médaille : présentes partout, à la maison, dans notre environnement ou au travail, ces substances sont susceptibles de causer des intoxications diverses. Il devient dès lors nécessaire de connaître, afin de les prévenir, les effets indésirables qu'elles peuvent avoir sur la santé humaine.

C'est l'objectif que s'est fixé la toxicologie, qu'on peut définir, dans son sens le plus large, comme la discipline scientifique qui étudie les effets indésirables d'agents physiques ou chimiques sur les organismes vivants. La toxicologie industrielle se consacre plus particulièrement à la connaissance des effets des produits chimiques nocifs présents en milieu de travail.

Bien que la toxicologie industrielle soit relativement récente, ses débuts ayant pratiquement coïncidé avec ceux de l'industrialisation, certains de ses fondements remontent à l'époque de Paracelse (1493-1541). Le médecin et alchimiste suisse avait en effet constaté que toutes les substances chimiques, lorsqu'elles étaient absorbées en doses suffisantes, avaient la capacité de provoquer des réponses toxiques chez les organismes

vivants. De cette généralisation a découlé un des principes fondamentaux de la toxicologie moderne : la dose d'exposition à une substance toxique détermine le degré d'intoxication. Par conséquent, la tâche principale du toxicologue consiste à établir les seuils d'exposition aux produits rencontrés dans le milieu de travail en deçà desquels aucune réponse toxique n'est détectable chez les travailleurs. Il doit également mettre au point des méthodes de surveillance visant à s'assurer du respect de ces normes.

L'ÉVALUATION DU RISQUE ET LA SURVEILLANCE

Pour atteindre ces objectifs, le toxicologue industriel doit suivre une démarche rigoureuse comportant plusieurs étapes (tableau 1). La première de celles-ci est l'identification des conditions d'exposition potentiellement dangereuses dans les industries concernées. Certaines conditions d'exposition peuvent en effet conduire à l'absorption par le travailleur d'une quantité nocive de produits chimiques susceptible d'altérer son état de santé. Il importe donc de connaître les circonstances dans lesquelles peuvent avoir lieu des contacts avec ces substances (fabrication, transport, utilisation, destruction des déchets, déversement accidentel, etc.).

En second lieu, le toxicologue cherche à déterminer le profil toxicologique du produit

et, s'il s'avère toxique, la nature des dommages causés aux grandes fonctions biologiques, en incluant les effets carcinogènes ou mutagènes. Pour ce faire, des animaux de laboratoire sont exposés au produit pour des périodes de temps variant de quelques jours à quelques semaines, voire même plusieurs mois, selon que l'on veuille connaître la toxicité aiguë, subchronique ou chronique du produit. L'on recrée par simulation les processus d'intoxication qui affectent le plus souvent les humains dans leur milieu de travail. Il existe trois voies majeures d'entrée des substances chimiques dans l'organisme : ce sont les voies orale, cutanée et pulmonaire. Ces dernières années, on a particulièrement mis l'accent sur les problèmes d'inhalation, car la voie pulmonaire est la principale voie d'entrée de la plupart des produits utilisés dans l'industrie.

L'étape suivante de la démarche toxicologique consiste à déterminer les doses d'exposition pour lesquelles on ne détecte pas de manifestations toxiques (doses sans effet). Cette phase quantitative revêt une grande importance, car elle permet d'établir, par la suite, les niveaux d'exposition qui ne représentent pas de risques pour l'humain. Pour ce faire, on utilise une méthodologie à composantes biologique, mathématique et statistique, qui permet d'extrapoler aux humains les résultats obtenus à partir de modèles animaux.

Tableau 1

Pour évaluer les risques d'intoxication par un produit et mettre au point une méthode de surveillance adéquate, le toxicologue doit franchir plusieurs étapes :

1. Identifier les conditions d'exposition potentiellement dangereuses.
2. Déterminer le profil toxicologique du produit et, s'il s'avère toxique, la nature des dommages causés aux grandes fonctions biologiques :
 - études animales : aiguë, subchronique et chronique
 - toxicité : effets mutagènes, carcinogènes, etc.
3. Déterminer la dose sans effet chez l'animal.
4. Déterminer un niveau d'exposition sans risque pour l'homme (ppm dans l'air ambiant).

L'étape finale de l'évaluation du risque en toxicologie est l'interprétation des données de l'extrapolation de manière à fixer des normes d'exposition. La principale voie d'exposition en milieu industriel étant la voie pulmonaire, ces normes sont le plus souvent exprimées sous la forme de concentrations permises dans l'air ambiant. On les calcule généralement en se fondant sur un horaire de travail type de 8 heures par jour et de 5 jours par semaine. Des normes sont également fixées pour les cas d'exposition sporadique et de très brève durée à des concentrations très élevées de produits toxiques. La réglementation prescrit aux travailleurs des mesures de prévention spéciales telles que le port de vêtements protecteurs ou de masques respiratoires. Les normes d'exposition sont répertoriées dans des publications à caractère réglementaire; divers organismes gouvernementaux (au Québec, la Commission de la santé et de la sécurité du travail) sont chargés de les faire respecter.

Un autre volet, non moins important, de la toxicologie porte sur la mise au point de méthodes de surveillance permettant de s'assurer du respect des normes. Il en existe deux types : la surveillance environnementale, qui consiste à mesurer la concentration des substances toxiques présentes (généralement dans l'air), et la surveillance biologique, qui s'occupe de déterminer la concentration de ces substances dans les liquides ou les tissus corporels (sang, urine, alvéoles pulmonaires) de même que celle des produits de leur transformation métabolique (dans l'urine surtout).

LE PROBLÈME DES EXPOSITIONS MIXTES

L'approche toxicologique a permis de créer un environnement de travail relativement sûr dans les pays industrialisés.

Toutefois, les répertoires de limites admissibles d'exposition professionnelle aux agents nocifs souffrent de certaines lacunes. L'une des plus importantes, selon nous, découle du fait que les normes d'exposition ne portent que sur des agents chimiques pris isolément. Cette approche particulière de l'évaluation du risque reflète mal la réalité de la plupart des environnements industriels, où les travailleurs sont exposés de façon simultanée ou consécutive à de nombreux agents chimiques. Or, plusieurs études ont démontré que l'exposition à plusieurs agents chimiques peut entraîner des manifestations toxiques qui n'apparaissent pas lorsque chacun des agents est administré isolément. Ce qui incite à croire que des intoxications dans le milieu de travail pourraient se produire à la suite d'expositions à des combinaisons particulières d'agents chimiques.

La plupart des études portant sur l'exposition mixte ont été effectuées sur des animaux de laboratoire. Des études sur des humains, en situation de travail réelle ou simulée, donneraient une idée plus juste de l'ampleur du problème, mais de telles études sont rares. Une recherche bibliographique poussée a permis de relever, chez l'homme, plusieurs cas de manifestations toxiques dues à des expositions à plus d'un agent chimique. Le tableau 2 dresse un bilan des résultats obtenus. Plusieurs des cas d'exposition mixte qui y sont présentés ont d'ailleurs donné lieu à des accidents industriels. On peut y voir que la méthyl-éthylcétone, un solvant abondamment utilisé dans l'industrie et qui n'a pas de propriétés neurotoxiques lorsqu'il est seul, peut aggraver la neurotoxicité de la méthyl-n-butylcétone, ainsi que celle du n-hexane. Le tableau 2 montre également que des substances autres que des agents chimiques industriels peuvent interagir de façon

Tableau 2

Plusieurs études ont démontré que l'exposition à plus d'un agent chimique peut entraîner des manifestations toxiques qui n'apparaissent pas lorsque chacun des agents est administré isolément. Par exemple, la méthyl-éthylcétone, un solvant abondamment utilisé dans l'industrie et qui n'a pas de propriétés neurotoxiques lorsqu'il est seul, peut aggraver la neurotoxicité de la méthyl-n-butylcétone, ainsi que celle du n-hexane. De plus, des substances autres que des agents chimiques industriels peuvent aussi interagir avec certains produits rencontrés dans le milieu de travail. C'est le cas de l'amiante et du tabagisme. Plusieurs des cas d'exposition mixte présentés dans ce tableau ont donné lieu à des accidents industriels.

Agents chimiques présents	Manifestation toxique
Méthyl-éthylcétone et n-hexane ou méthyl-n-butylcétone	La neurotoxicité induite par le n-hexane ou la méthyl-n-butylcétone est amplifiée par la méthyl-éthylcétone ^{1,2}
Éthanol et trichloréthylène	Vasodilatation cutanée transitoire ³ Diminution accrue de la performance aux tests de fonction visuomotrice ^{4,5} Sensibilité accrue à l'éthanol ^{6,7}
Ozone et anhydride sulfurique	Diminution accrue de la capacité fonctionnelle pulmonaire ⁸
Amiante et tabagisme	Incidence accrue de cancers pulmonaires ⁹
Alcool isopropylique et tétrachlorure de carbone	Les dommages hépatiques causés par le tétrachlorure de carbone sont plus importants en présence de l'alcool isopropylique ¹⁰

SOURCES

- ALLEN, N., MENDELL, J.R., BILLMAIER, D.J., FONTAINE, R.E. et O'NEIL, J., Toxic Polyneuropathy due to Methyl n-Butyl Cetone : An Industrial Outbreak, *Arch. Neurol.*, 32, 1975, pp. 209-218.
- ALTENKIRCH, H., MAGER, J., STOLTENBURG, G. et HELMBRECHT, J., Toxic Polyneuropathies after Sniffing a Glue Thinner, *J. Neuro.*, 214, 1977, pp. 137-152.
- STEWART, R.D., HAKE, C.L. et PETERSON, J.E., Digreasers' Flush : Dermal Response to Trichloroethylene and Ethanol, *Arch. Environ. Health*, 29, 1974, pp. 1-5.
- FERGUSON, R.K. et VERNON, R.J., Trichloroethylene in Combination with CNS Drugs : Effects on Visual-motor Tests, *Arch. Environ. Health*, 20, 1970, pp. 462-467.
- WINDEMULLER, F.J.B. et ETTEMA, J.H., Effects of Combined Exposure to Trichloroethylene and Alcohol on Mental Capacity, *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 41, 1978, pp. 77-85.
- BARDODEJ, Z. et VYSKOCIL, J., The Problem of Trichloroethylene in Occupational Medicine, *Arch. Industr. Health*, 13, 1956, pp. 581-592.
- SMITH, G.F., The Investigation of Mental Effects of Trichloroethylene, *Ergonomics*, 13, 1970, pp. 580-586.
- HAZUCHA, M. et BATES, D.V., Combined Effects of Ozone and Sulfur Dioxide on Human Pulmonary Function, *Nature*, Londres, 257, 1975, pp. 50-51.
- SARACCI, R., Asbestos and Lung Cancer : An Analysis of the Epidemiological Evidence on the Asbestos-smoking Interaction, *Int. J. Cancer*, 20, 1977, pp. 323-331.
- FOLLAND, D.S., SHAFFNER, W., GRINN, H.E., CROFFORD, Q.B. et McMurray, D.R., Carbon Tetrachloride Toxicity Potentiated by Isopropyl Alcohol : Investigation of an Industrial Outbreak, *J. Amer. Med. Assoc.*, 236, 1976, pp. 1853-1856.

marquée avec certains produits rencontrés dans le milieu de travail et en augmenter la toxicité. Il y a le cas bien connu de l'amiante et du tabagisme. L'interaction entre l'alcool éthylique et le trichloréthylène est un autre exemple de ce type de potentialisation.

Les études portant sur des modèles animaux fournissent cependant des données utiles. Elles ont notamment permis d'établir que le degré de potentialisation qui résulte d'une interaction entre deux composés varie d'une combinaison chimique à l'autre. On connaît bien, par exemple, la synergie résultant d'une combinaison d'éthanol et de tétrachlorure de carbone : la consommation d'alcool, ou l'exposition à des vapeurs alcooliques dans le milieu de travail, augmente la toxicité hépatique et rénale du tétrachlorure de carbone. Or, dans notre laboratoire, nous avons démontré¹ que l'alcool isopropylique, chimiquement voisin de l'éthanol et abondamment utilisé dans l'industrie comme solvant, était beaucoup plus actif que l'éthanol pour aggraver, chez le rat, les lésions hépatiques causées par un hydrocarbure halogéné. Ces résultats nous avaient permis de conclure que l'exposition mixte alcool isopropylique-tétrachlorure de carbone pouvait présenter un risque élevé en milieu de travail². Nos prédictions se sont malheureusement réalisées puisque, deux ans plus tard, on faisait état³ aux États-Unis d'un accident industriel imputable à cette interaction : des travailleurs furent successivement exposés à des vapeurs d'acétone, qui est le principal métabolite de l'alcool isopropylique (voir plus loin), et de tétrachlorure de carbone. Quatorze d'entre eux souffrirent par la suite de troubles rénaux ou de lésions hépatiques. Cet exemple illustre bien la nécessité de tenir

davantage compte du danger des expositions mixtes dans la réglementation sur les conditions d'exposition à des substances chimiques dans l'industrie.

DEUX PROBLÈMES : SIMULTANÉITÉ ET ADDITIVITÉ

La détermination des seuils d'exposition à des combinaisons de substances chimiques se heurte cependant à certaines difficultés. L'une d'entre elles est liée au fait que la potentialisation de l'effet toxique d'une substance donnée peut dépendre de l'ordre dans lequel a lieu l'exposition à la substance et à l'agent potentialisateur. Bien que, dans plusieurs cas d'exposition mixte, une réponse toxique n'ait lieu que si l'exposition aux produits est simultanée, il n'en est pas toujours ainsi. La combinaison hydrocarbure halogéné-alcool isopropylique, notamment, n'induit de synergie que si l'exposition à l'alcool précède celle à l'hydrocarbure halogéné. Ce phénomène est dû au fait que c'est un métabolite de l'alcool isopropylique, en l'occurrence l'acétone, qui joue le rôle d'agent potentialisateur (voir l'encadré). Ce problème peut avoir des conséquences importantes lorsque les agents potentialisateurs en cause ne sont pas des produits chimiques industriels mais des produits de consommation courante : les travailleurs consommant de l'alcool courent ainsi des risques accrus dans les industries utilisant des hydrocarbures halogénés.

Un autre problème particulièrement complexe associé aux expositions mixtes réside dans le fait que la réponse toxique observée à la suite de l'administration à des animaux de mélanges de solvants peut être supérieure, égale ou même inférieure à la somme des toxicités respectives de chacun des agents considérés. Dans une

Tableau 3

Il existe des cas où une exposition mixte fausse de façon importante les données de la surveillance biologique (analyse du sang, de l'urine, etc.). La combinaison de deux agents peut inhiber la transformation métabolique de l'un ou des deux à la fois, les mécanismes de cette inhibition étant surtout d'ordre cinétique. Comme l'un des paramètres importants de la surveillance biologique est le taux de concentration de ces métabolites (dans l'urine en particulier), cette méthode ne rend pas toujours compte de l'exposition réelle à des agents toxiques.

Agents chimiques présents	Paramètre modifié
Chlorure de méthylène et méthanol	Carboxyhémoglobinémie accrue ¹
Xylène associé à l'un ou l'autre des agents suivants : acétate de butyle, butanol, méthyléthylcétone, méthyl-isobutylcétone, naphta	Diminution de l'acide méthyl-hippurique urinaire ²
Xylène et éthanol	Élévation du xylène sanguin et diminution de l'acide méthyl-hippurique urinaire ³
Toluène et éthanol	Élévation du toluène sanguin et alvéolaire ⁴ ; diminution de l'acide hippurique urinaire ⁵
Trichloréthylène et éthanol	Élévation du trichloréthylène sanguin et alvéolaire; diminution du trichloréthanol et de l'acide trichloracétique urinaire ⁶
Styrène et éthanol	Diminution de l'acide mandélique urinaire ⁷
Toluène et xylène	Diminution de l'épuration hépatique de l'un et l'autre solvant ⁸

SOURCES

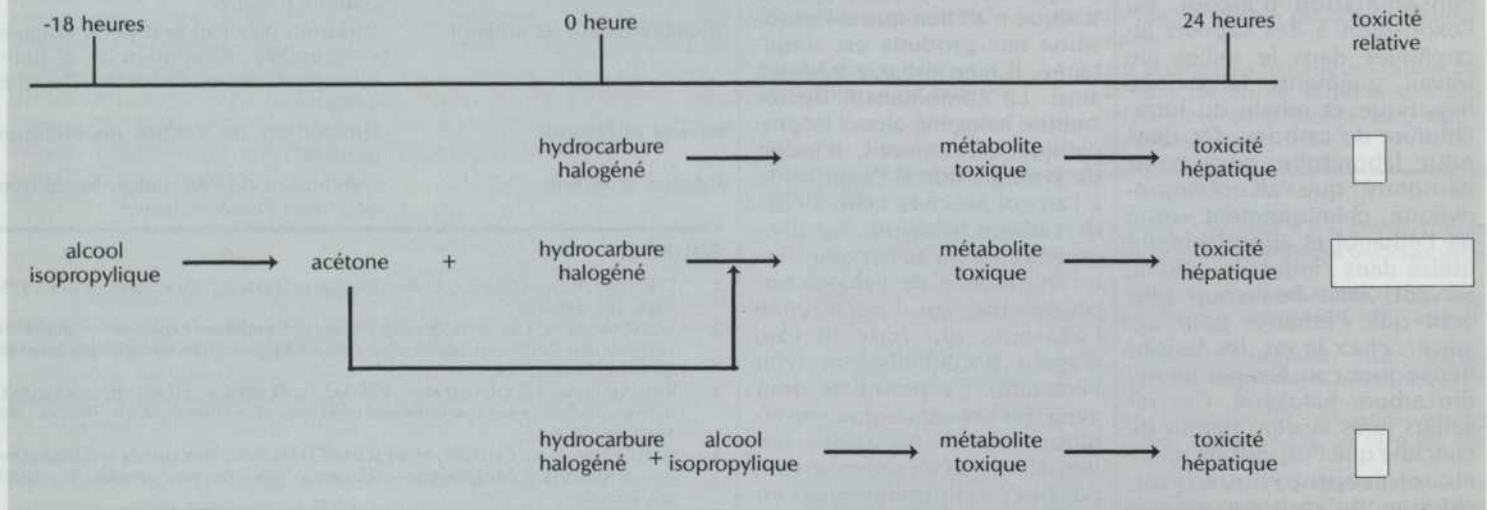
1. STEWART, R.D. et HAKE, C.L., Paint-remover Hazard, *J. Amer. Med. Assoc.*, 235, 1976, pp. 398-401.
2. TARKOWSKI, S., cité dans : Health Effects of Combined Exposures in the Work Environment, Technical Report Series n° 662, Organisation mondiale de la santé, Genève, 1981, p. 26.
3. RIIHIMAKI, V., SAVOLAINEN, K., PFAFFLI, P., PEKARI, K., SIPPEL, H.W. et LAINE, A., Metabolic Interaction between m-Xylene and Ethanol, *Arch. Toxicol.*, 49, 1982, pp. 253-263.
4. WALDRON, H.A., CHERRY, N. et JOHNSTON, J.D., The Effects of Ethanol on Blood Toluene Concentrations, *Int. Arch. Occ. Environ. Health*, 51, 1983, pp. 265-269.
5. DOSSING, M., BÆLUM, J., HANSEN, S.H. et LUNDQVIST, G.R., Effect of Ethanol, Cimetidine and Propranolol on Toluene Metabolism in Man, *Int. Arch. Occ. Environ. Health*, 54, 1984, pp. 309-315.
6. MULLER, G., SPASSOWSKI, M. et HENSCHLER, D., Metabolism of Trichloroethylene in Man: III Interaction of Trichloroethylene and Ethanol, *Arch. Toxicol.*, 33, 1975, pp. 173-179.
7. WILSON, H.K., ROBERTSON, S.M., WALDRON, H.A. et GOMPERTZ, D., Effect of Alcohol on the Kinetics of Mandelic Acid Excretion in Volunteers Exposed to Styrene Vapour, *Brit. J. Ind. Med.*, 40, 1983, pp. 75-80.
8. WALLEN, M., HOLM, S. et NORDQVIST, M.B., Uptake of Solvents from the Lungs, *Brit. J. Ind. Med.*, 42, 1985, pp. 111-116.

L'INTERACTION ALCOOL ISOPROPYLIQUE-HYDROCARBURE HALOGÉNÉ

L'interaction alcool isopropylique-hydrocarbure halogéné est particulièrement intéressante sur le plan mécanistique, l'agent potentialisateur n'étant pas l'alcool lui-même mais son principal métabolite, l'acétone. Une étude détaillée de cette interaction, menée dans notre laboratoire^{7,8}, nous a permis d'en découvrir plusieurs caractéristiques importantes. Il semble que l'effet de l'acétone est d'augmenter le taux de transformation métabolique de l'hydrocarbure halogéné en un métabolite toxique (voir la figure ci-dessous). Par conséquent, cette potentialisation ne peut avoir lieu que lorsque l'exposition à l'alcool isopropylique ou à l'acétone précède celle à l'hydrocarbure halogéné, peu importe si la voie d'entrée de l'acétone est digestive ou pulmonaire. La sévérité des dommages causés par cette potentialisation est liée de façon très étroite à la

concentration d'acétone dans le sang, laquelle dépend du degré d'exposition. Il existe cependant une concentration sanguine seuil d'acétone au-dessous de laquelle la potentialisation n'a pas lieu, que l'exposition à l'hydrocarbure halogéné soit unique ou répétée.

Il faut noter que l'acétone n'est pas la seule cétone utilisée de façon significative dans l'industrie pouvant potentialiser la toxicité hépatique d'un hydrocarbure halogéné; plusieurs autres possèdent cette propriété. Toutes ont un effet potentialisateur lié à la dose, ce qui permet d'établir des conditions d'exposition dans le milieu de travail qui empêcheront une telle potentialisation de se produire.



étude où deux solvants industriels, le trichloréthylène et le tétrachlorure de carbone, étaient administrés simultanément à des rats, Pessayre et coll.⁴ ont d'abord démontré que la toxicité de cette combinaison était beaucoup plus importante que la somme des toxicités de chacun des solvants administrés séparément. Bien que les résultats de cette étude semblent suggérer que l'effet multiplicateur des toxicités (supra-additivité) soit à craindre dans la plupart des cas d'exposition mixte, une étude entreprise par notre laboratoire démontre qu'il

n'en est pas toujours ainsi^{5,6}. Sur 28 combinaisons de cétones et de divers hydrocarbures halogénés étudiées, deux cas seulement présentaient des caractéristiques de supra-additivité. Dans quatre cas, la toxicité des combinaisons était inférieure à la somme des toxicités des composants et, dans 22 cas, la toxicité était strictement additive. Bien que ces résultats soient préliminaires, ils indiquent qu'il ne faut pas tirer de conclusions hâtives en matière d'évaluation du risque dû à des expositions mixtes, chaque cas devant être étudié séparément.

LA SURVEILLANCE BIOLOGIQUE REMISE EN QUESTION DANS LES CAS D'EXPOSITION MIXTE

Le problème des expositions mixtes en toxicologie industrielle remet en question non seulement les méthodes d'évaluation du risque toxicologique mais aussi le type de surveillance effectuée. Il existe en effet des cas où l'exposition mixte fausse de façon importante les données de la surveillance biologique. Des exemples parmi les mieux documentés

sont présentés dans le tableau 3. Bien qu'ils soient tirés pour la plupart d'études expérimentales effectuées avec des volontaires (en particulier dans les cas concernant l'éthanol), ces exemples ont valeur de modèle se rapprochant des situations rencontrées dans le milieu de travail. La combinaison de deux agents peut, en effet, inhiber la transformation métabolique de l'un ou des deux à la fois, les mécanismes de cette inhibition étant surtout d'ordre cinétique. Comme un des paramètres importants de la surveillance biologique est le taux de

concentration de ces métabolites (dans l'urine en particulier), on comprend que cette méthode de surveillance puisse mal rendre compte de l'exposition réelle à des agents toxiques.

Considérons, à cet effet, l'exemple hypothétique d'une exposition mixte à la méthylisobutylcétone (MIBK) et au toluène. Supposons que ces deux solvants exercent leur effet toxique sur le même système physiologique (le système nerveux central). Dans une telle situation, la surveillance environnementale de l'atmosphère du milieu de travail évalue la toxicité de la combinaison des deux agents en calculant la somme de leurs concentrations respectives. Bien que l'hypothèse d'additivité des effets nocifs, on l'a vu, soit très conservatrice, cette approche a au moins l'avantage de fixer une limite à ne pas dépasser.

La situation n'est pas aussi claire en ce qui concerne les épreuves de surveillance biologique. Revenons à notre exemple : les concentrations de chaque agent, ou encore celles des métabolites urinaires, pourraient être mesurées. Mais il est fort probable que ces données ne peuvent être adéquatement interprétées, car on connaît encore trop peu de choses au sujet des interactions possibles entre les deux agents aux degrés d'exposition rencontrés dans le milieu de travail. De toute évidence, il y a là un terrain prometteur pour la recherche en toxicologie. □

RÉFÉRENCES

1. TRAIGER, G.J. et PLAA, G.L., Differences in the Potentiation of Carbon Tetrachloride in Rats by Ethanol and Isopropanol Pretreatment, *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 20, 1971, pp. 105-112.
2. TRAIGER, G.J. et PLAA, G.L., Chlorinated Hydrocarbon Toxicity: Potentiation by Isopropylalcohol and Acetone, *Arch. Environ. Health*, 28, 1974, pp. 276-278.
3. FOLLAND, D.S., SCHAFFNER, S., GRINN, H.E., CROFFORD, Q.B. et McMURRAY, D.R., Carbon Tetrachloride Toxicity Potentiated by Isopropyl Alcohol: Investigation of an Industrial Outbreak, *J. Amer. Med. Assoc.*, 236, 1976, pp. 1853-1856.
4. PESSAYRE, D., COBERT, B., DESCATOIRE, V., DEGOTT, C., BABANY, G., FUNCK-BRENTANO, C., DELAFORGE, M. et HARREY, D., Hepatotoxicity of Trichloroethylene-Carbon Tetrachloride in Rats: A Possible Consequence of the Potentiation by Trichloroethylene of Carbon Tetrachloride-induced Lipid Peroxydation and Liver Lesions, *Gastroenterology*, 83, 1982, pp. 761-772.
5. CHARBONNEAU, M., BRODEUR, J. et PLAA, G.L., Influence of Acetone on the Severity of the Liver Injury Induced by Haloalkane Mixtures, *Toxicologist*, 6, 1986, pp. 112.
6. CHARBONNEAU, M., Interaction cétone hydrocarbure halogéné : les concentrations d'acétone et l'hépatotoxicité, la cirrhose induite par le CCl_4 et les mélanges d'hydrocarbures halogénés, Thèse de doctorat, Université de Montréal, 1986.
7. PLAA, G.J., HEWITT, W.R., DU SOUICH, P., CAILLÉ, G., et LOCK, S., Isopropanol and Acetone Potentiation of Carbon Tetrachloride-induced Hepatotoxicity: Single versus Repetitive Pretreatments in Rats, *J. Toxicol. Environ. Health*, 9, 1982, pp. 235-250.
8. CHARBONNEAU, M., BRODEUR, J., DU SOUICH, P. et PLAA, G.L., Correlation between Acetone-potentiated CCl_4 -induced Liver Injury and Blood Concentrations after Inhalation or Oral Administration, *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, à paraître, 1986.

Colloque sur la réduction du bruit

Objectifs

- 1 — faire part de réalisations concrètes de réduction du bruit dans différents secteurs d'activité (solutions pratiques sectorielles);
- 2 — permettre l'acquisition de connaissances sur le bruit, ses effets néfastes sur l'ouïe et sur les moyens de contrôle disponibles (conférences thématiques);
- 3 — favoriser les échanges sur les techniques de réduction du bruit (ateliers thématiques).

Pour de plus amples renseignements, téléphoner à la CSST au numéro suivant: (514) 873-4682.

1^{er} et 2 décembre 1986
Palais des Congrès
Montréal

Pour mieux s'entendre

CSST

Commission
de la santé
et de la sécurité
du travail

Les coûts méconnus de la recherche

par Michel Gauquelin

32

Modem soumet à l'analyse un fait marquant de l'actualité scientifique.

□ « On est victimes de notre succès. Plus on obtient de subventions de recherche, plus on génère de dépenses indirectes que notre université n'a plus les moyens de payer à même ses budgets généraux comprimés. » Ce leitmotiv s'est généralisé dans les milieux non seulement des chercheurs mais aussi des administrateurs universitaires et on le retrouve dans à peu près tous les mémoires des universités venues témoigner à Québec — le Conseil des universités en tête — devant la Commission parlementaire sur le financement et les orientations des universités.

Les récentes compressions budgétaires y sont certainement pour quelque chose dans ce nouvel intérêt pour les coûts indirects de la recherche. Besoin et problème réel ? ou simple stratégie de négociation avec l'État-pourvoyeur de fonds ? Sans doute les deux.

En plus des salaires des chercheurs, de ceux du personnel d'assistance et technique, des frais d'équipement, de documentation, de déplacement et d'édition, il existe en effet d'autres véritables frais à encourir pour qu'une recherche se réalise.

LA MOITIÉ DES COÛTS DIRECTS

Ces coûts indirects de la recherche peuvent se répartir d'une part en coûts générés directement par un nouveau projet, subventionné généralement, et d'autre part en coûts d'infrastructure. Dans le premier cas, il s'agit d'équipements, de fournitures courantes, d'entretien, de frais reliés à l'administration du projet, de temps de travail du personnel de soutien et administratif, services le plus souvent fournis à même les ressources existantes de l'université. Les frais d'infrastructure, quant à eux, concernent la portion des locaux (électricité et chauffage par exemple) qui peut être attribuée au projet.

À combien s'élèvent ces frais indirects ? Il semble que peu d'intervenants soient en mesure de répondre exactement. « Demander des comptes précis aux chercheurs, établir les mécanismes de calcul et bien les faire fonctionner seraient un autre coût indirect, sans compter la démotivation du chercheur, explique André Lemay, directeur de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). De plus, l'Association canadienne du personnel administratif universitaire a produit des chiffres qui nous semblent valables. »

Cette association (CAUBO) a réalisé une enquête qui indique que les coûts indirects de recherche, en 1982, représentent entre 50 et 117 p. cent des subventions couvrant les frais directs de recherche. Le pourcentage varie selon qu'ils comprennent les seuls frais généraux ou qu'on leur ajoute les immobilisations et les coûts marginaux du temps/professeur. Le nombre de 50 p. cent, admis comme base, varie selon le type de recherche et le genre d'institution.

L'entreprise privée, pour sa part, a une approche plus simple. Elle inclut toujours les frais directs et indirects dans le calcul du coût d'une recherche : ce sont des dépenses qu'il faut assumer et, de plus, elles présentent un intérêt fiscal puisqu'elles sont déductibles des revenus. « Dans le calcul du montant d'un contrat à octroyer, nous n'appliquons pas de pourcentage, précise Charles Terreault, vice-président adjoint à l'ingénierie à Bell Canada. Nous nous fions à l'expérience des projets passés et estimons ainsi les coûts soumis par une université. Les frais, autres que les salaires et équipements directement requis pour la recherche, se situent sans doute autour de 65 p. cent.

ON COUPE DANS LES FRAIS

Pour financer la recherche, les universités ont trois possibilités : les contrats venant de l'entreprise privée, ceux accordés par des organismes gouvernementaux et les subventions octroyées par les conseils et fonds spécialisés des gouvernements fédéral (CRSNG, CRSH, CRM) et québécois (FCAR, FRSQ, CRSAQ, etc.). Ces sources extérieures représentent 80 p. cent du financement de la recherche universitaire, le reste étant assumé par les fonds généraux des universités.

Si les contrats accordés par le secteur privé incluent assez généreusement les coûts indirects, il n'en va pas de même de ceux des gouvernements. En effet, le secteur public utilise des barèmes qui ne correspondent pas toujours à la réalité d'un centre de recherche : il accordera 13 000 \$ par an pour un assistant de recherche alors que dans les faits l'institution universitaire devra en déboursier beaucoup plus, ne serait-ce que pour respecter une convention collective. Ce manque à gagner devient un nouveau coût indirect pour l'université.

Par ailleurs, les universités se retrouvent de plus en plus en situation de compétition entre elles face à des ministères qui, budgets comprimés, cherchent le coût le plus bas pour réaliser leurs travaux de recherche. On coupe donc dans les frais, directs et surtout indirects, pour « décrocher » le contrat. Il arrive même que le ministère, à l'étape finale d'octroi du contrat, réduise le montant accordé. Rares sont ceux qui refusent ce contrat « à rabais » ou qui amputent une partie de leur projet de recherche. Là encore, ce sont les coûts indirects, moins visibles, qui sont laissés pour compte.

Du côté des conseils subventionnaires, qui sont les grands pourvoyeurs de fonds extérieurs pour la recherche universitaire (environ 75 p. cent), la politique est claire : les frais indirects ne sont pas admissibles, à quelques exceptions près. Cette règle n'a pas gêné outre mesure le monde universitaire jusqu'au début des compressions budgétaires (1978-1979), qui n'ont plus permis le financement des infrastructures et de leur développement.

Les frais indirects étaient assumés à même le budget général de l'institution. Les chercheurs tentent maintenant de faire passer ces frais dans leurs demandes de subventions, sans grand succès.

UNE QUESTION DE FOND

Les conséquences de ce sous-financement varient d'une université à l'autre. Les plus affectées sont souvent celles, comme les constituantes du réseau de l'Université du Québec, qui n'ont pas une masse critique importante, en recherche tout particulièrement. Il ne faut pas oublier que les fonds accordés aux universités ces dernières années l'ont été sur la base d'un accroissement de clientèles étudiantes. On parle alors d'enseignement, non de recherche.

Par ailleurs, plus l'université s'engagera dans des projets de recherche, plus elle s'en trouvera défavorisée. L'INRS est un cas extrême, mais révélateur : beaucoup de recherche, très peu d'étudiants. Les coûts indirects de recherche sont donc très élevés, avec un mode actuel de financement qui, de toute évidence, ne convient pas. « Il nous arrive de refuser de réaliser une recherche, car nous ne pouvons en assumer les frais indirects, assure André Lemay, directeur de l'INRS. Il ne faut pas oublier que les conseils subventionnaires ne paient pas pour les salaires des professeurs-chercheurs réguliers. Or la masse salariale représente 80 p. cent de notre budget de fonctionnement. »

À l'Université Laval, Joël de la Noue, directeur du Centre de recherche en nutrition, a obtenu des fonds de la plupart des conseils ainsi que des contrats des secteurs privés et gouvernementaux. « Il nous est très difficile d'évaluer exactement le temps passé par une secrétaire sur tel ou tel projet de recherche. Il faut se satisfaire de normes générales. La question des coûts indirects est en fait une question de "fond" autant que de "fonds" : voulons-nous effectivement investir en recherche et développement ? Dans ce cas, il faut revoir le système de financement de la recherche par projet et penser plus, par exemple, à des subventions statutaires de base, comme en ont les grands centres de recherche en France. »

DES ÉBAUCHES DE SOLUTIONS

La discussion sur le financement des coûts indirects de la recherche est bien amorcée, au point que chacun y va de sa formule. Dans un premier temps, administrations universitaires et conseils subventionnaires semblent s'entendre sur un principe : les conseils devraient avoir le mandat et les fonds pour financer ces frais. Des frais importants, puisque l'Université de Montréal, pour sa part, estime qu'ils seraient de l'ordre de 20 millions de dollars pour l'année 1984-1985, en se fondant sur la norme des 50 p. cent avancée par la CAUBO.

Pour l'Université McGill, qui a vu ses « revenus » de recherche tripler en neuf ans et se trouve ainsi aux prises avec une escalade des coûts indirects, il faut que le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science accorde 10 millions de dollars dès cette année et 20 millions l'an prochain aux universités « pour subvenir partiellement aux frais indirects de la recherche. Ces fonds seront alors répartis entre les universités au prorata des subventions de recherche reçues au cours des trois années précédentes » de la part des principaux organismes subventionnaires provinciaux et fédéraux.

À l'INRS, on accepte l'idée des fonds de recherche, mais l'on voudrait « adapter la norme » dans le cas des institutions spécialisées en recherche. Par rapport à la situation actuelle, l'INRS évalue qu'il lui faudrait recouvrer en coûts indirects 100 p. cent pour les subventions accordées par les conseils et fonds, 30 p. cent pour les contrats gouvernementaux et rien pour les contrats privés. Mais attention, l'argent ne devrait pas être attribué sur la base de la totalité des contrats et subventions obtenus actuellement par une université, mais plutôt sur la variation de la moyenne des trois dernières années.

« Il ne faudrait pas que cela revienne à enrichir les riches », résume Christiane Querido, présidente-directrice générale du Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), qui préconise, par exemple, une formule cas par cas plutôt qu'un montant de 50 p. cent attribué automatiquement. « Même si nous n'acceptons pas les frais indirects, il reste que nous contribuons déjà à en payer une partie, dans la limite des enveloppes budgétaires qui nous sont consenties. Pour des contrats d'entretien d'équipements par exemple. » Par ailleurs, le FCAR finance partiellement, sur le plan administratif, les 37 centres qu'il subventionne.

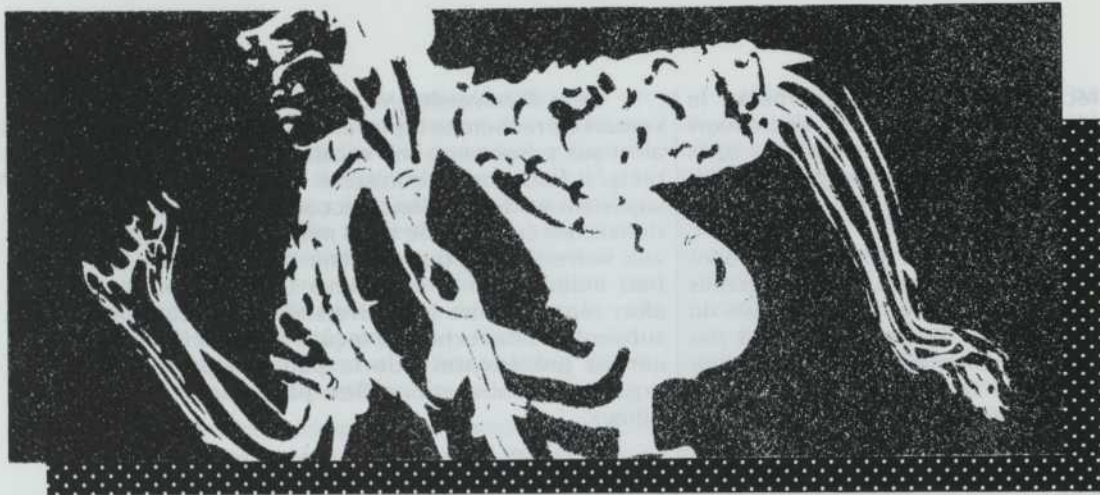
Au Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Claude Lajeunesse, directeur de la recherche orientée, explique que le programme Infrastructure, qui fournit un support financier pour les coûts indirects qu'assumaient auparavant les universités, n'a pu être développé faute de fonds : « Les demandes d'augmentation de fonds prévues dans notre plan de cinq ans ont été refusées et le budget global du Conseil sera réduit l'an prochain. Nous voulions faire passer Infrastructure de 10 à 50 millions de dollars. »

UNE PERSPECTIVE PLUS LARGE

On n'a pas encore fini de discuter des frais indirects de la recherche, essentiellement parce qu'il faut les situer dans une perspective plus large, celle du financement de la recherche et des universités. Les solutions sont à chercher à ce niveau.

La science

3 heures d'émissions à caractère scientifique par semaine



Incursions, le dimanche à 20h

La Conquête de l'espace, le mercredi à 19h30

Corps vivant, le mardi à 19h30

En reprise les lendemains après-midi

**Qui
fait mieux!**

L'autre télévision



**Radio
Québec**

Carte d'information: n° 110

Dans les recommandations d'un rapport (*Pour une meilleure orientation du financement de l'enseignement postsecondaire et de la recherche par le gouvernement du Canada*) remis au secrétaire d'État du Canada en février 1985, A.W. Johnson, conseiller spécial, jongle avec les millions. Pour trouver les 250 millions de dollars nécessaires au financement des coûts indirects de la recherche subventionnée par les conseils fédéraux, il propose de réduire d'autant le financement de base de l'enseignement postsecondaire — ce qui représente 5 p. cent des transferts totaux — selon un mécanisme tenant compte de l'effort particulier de chaque province. Les conseils redistribueraient l'argent. Un rapport sans suites pour le moment, semble-t-il.

À titre personnel, Christiane Querido suggère que la question des frais indirects soit intégrée dans une renégociation des ententes fédéral-provinces sur les programmes établis. Car il y a risque, en passant par les conseils subventionnaires, de concentrer les fonds sur les universités déjà les plus fortes et ainsi d'accentuer les écarts.

Pour le moment, nous en sommes au stade des comités, des discussions et des commissions parlementaires dans un cadre infiniment plus large que celui des seuls coûts indirects de la recherche. Alarmés, les organismes universitaires à vocation de recherche, notamment l'INRS et l'institut Armand-Frappier, veulent poser le vrai problème : la nécessité pour le Québec d'effectuer une recherche de qualité.

« Nous savons empiriquement que la qualité de la recherche peut être affectée par le manque de fonds, explique de nouveau Christiane Querido. Un chercheur va passer plus de temps à des tâches administratives et donc moins à ses recherches. Il arrive que des fonds directs soient refusés, car on sait que l'université n'a pas les locaux adéquats. Prendre une part plus grande de nos fonds pour payer des coûts indirects, c'est diminuer l'argent pour la recherche elle-même, le travail de pointe. »

Les conditions d'exercice de la recherche deviennent de plus en plus difficiles et la question des frais indirects y est pour beaucoup puisqu'ils contribuent grandement à la stabilité des efforts de recherche. « Pour que l'université remplisse sa mission, qui n'est pas seulement de réaliser des contrats de recherche orientée mais aussi de faire avancer les connaissances, rappelle Joël de la Noue, cette stabilité est essentielle. » □

LA RECHERCHE PEUT SERVIR A TOUT MAIS IL EST PREFERABLE DE LA LIRE

OFFRE VALABLE
JUSQU'AU 30.12.86



Vous pouvez utiliser **LA RECHERCHE** comme marchepied, y découper des images pour vos enfants. Mais... **LA RECHERCHE** est surtout appréciée comme un instrument irremplaçable d'information.

Tous les domaines de la science : chaque mois **LA RECHERCHE** fait le point des activités de recherche dans les laboratoires français et étrangers en toutes disciplines : de la biologie à l'astrophysique, des mathématiques à l'écologie.

Par des scientifiques reconnus : dans **LA RECHERCHE** ce sont les chercheurs eux-mêmes qui écrivent pour vous. Parmi les auteurs français ou étrangers que nous avons publiés : N. Cabibbo, A. Colmerauer, A.M. Galaburda, X. Le Pichon, L. Margulis, P. Slonimski...

\$36 au lieu de \$46.75*

Je m'abonne à **LA RECHERCHE** pour un an (11 numéros) au prix de \$36 au lieu de \$46.75*
* Prix de vente au numéro

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal Ville : _____

Pays : _____

Je règle aujourd'hui par chèque à l'ordre de **Diffusion Dimédia Inc.**

A retourner accompagné de votre règlement à :

Diffusion Dimédia Inc. 539, boulevard Lebeau, Saint-Laurent, H4N 1S2, Québec, Canada

L'INRS- Télécommunications : symbiose entre l'université et l'industrie

par Michel Groulx

36 Gros Plan fait le profil d'un laboratoire, d'un organisme ou d'une institution œuvrant en recherche.

□ Le décor n'a rien de captivant : une place quasi déserte, dominée par les piliers gris du pont Champlain, sur la silencieuse île des Sœurs. Autour de cette place, des édifices massifs et anonymes dominant une bordure d'arbres maigrelets. Qui aurait cru que dans un aussi morne endroit se déroulait une expérience étonnante, celle d'une véritable symbiose entre une entreprise privée et un centre de recherche universitaire ? Et que cette heureuse association était source d'une bouillonnante activité de recherche ?

Aux dires mêmes de son directeur, Robert B. Johnston, l'INRS-Télécommunications est remarquable à plus d'un point de vue : d'abord à cause de ses recherches de pointe dans le monde des technologies des télécommunications, qui font de l'Institut un des chefs de file mondiaux dans ce domaine ; puis à cause des liens étroits qu'il entretient avec la société Recherches Bell-Northern Ltée (BNR), les locaux de l'INRS-Télécommunications étant situés à l'intérieur même de l'immeuble de la BNR !

Robert Johnston ressemble d'ailleurs plus, à première vue, à un jeune chef d'une entreprise dynamique qu'à un directeur de département universitaire ! Mais l'illusion tombe lorsqu'on voit ce diplômé de l'Université McGill et du MIT se diriger, d'un pas ferme, vers le tableau noir et se mettre à tracer des organigrammes... « L'histoire des liens que nous entretenons avec BNR, explique-t-il, est aussi ancienne que l'INRS-Télécommunications lui-même puisque sa fondation, en 1971, a été le fruit de la collaboration entre l'Université du

Québec et BNR. À ses débuts, notre centre de recherche se distinguait déjà de toutes les autres composantes de l'Université du Québec, ses locaux étant aménagés à... Ottawa ! Son installation dans l'immeuble de Bell-Northern, en 1976, ne devait pas lui faire perdre son originalité, car il devenait le seul des huit centres de l'INRS à travailler en étroite relation avec le secteur privé. »

Ce « greffon » ne fut pas rejeté par son hôte, bien au contraire, car l'association ne tarda pas à profiter à l'un comme à l'autre des partenaires. Un accord formel fut bientôt signé entre l'INRS-Télécommunications et le laboratoire de recherche sur les systèmes de BNR ; cet accord jetait les bases d'un véritable libre-échange de services et d'instrumentation scientifique, qui fit bientôt des laboratoires de l'INRS-Télécommunications—Bell-Northern les installations les mieux équipées au Canada dans ce domaine. Et dans l'immeuble de l'île des Sœurs, on s'emprunte aussi une toute autre marchandise : les chercheurs ! Depuis un an et demi, cinq ingénieurs de l'INRS travaillent « pour » Bell-Northern tandis que deux chercheurs de cette entreprise œuvrent dans les laboratoires de l'INRS.

Ses liens étroits avec l'entreprise privée n'ont cependant pas fait perdre à l'INRS-Télécommunications l'une de ses vocations premières, soit celle de l'enseignement. Une vingtaine d'étudiants diplômés y poursuivent des travaux de maîtrise et de doctorat, et trouvent le milieu extrêmement dynamique : l'union des deux organismes porte en effet à 130 le nombre total de personnes qui y sont à l'œuvre, une « masse critique » appréciable ...

C'est surtout au nombre, à la diversité et au caractère novateur des projets de recherche en cours de réalisation à l'INRS-Télécommunications qu'on mesure les effets bénéfiques des liens qui l'unissent à Bell-Northern. « Les programmes de recherche poursuivis ici ont été choisis en fonction des intérêts communs de l'université et de l'industrie, souligne Robert Johnston. Bien que les efforts de recherche soient distincts, l'INRS concentrant les siens surtout dans la recherche fondamentale et Bell-Northern dans le domaine appliqué, nous partageons la même vision à long terme. »

QUAND LES MACHINES PARLENT FRANÇAIS

Une visite du laboratoire de synthèse de la parole, un des grands projets de recherche en cours dans le cadre du programme sur les communications verbales, suffit à convaincre du succès de cette dynamique. Dans un coin de la salle ronronne une petite machine, constituée simplement d'un clavier, d'un petit haut-parleur et d'une boîte noire ; en dépit de son apparence anodine, cet appareil est capable de rien de moins que convertir un texte dactylographié en langage parlé... et en français, s'il vous plaît !

Photo Paul Labelle



Synthétiseur de parole Loquax, capable de réciter en français un texte dactylographié.

Douglas O'Shaughnessy, directeur de l'équipe d'ingénieurs, de linguistes et d'informaticiens qui l'ont mis au point au terme de cinq ans de travail, a raison d'en être fier. Il a appelé son invention « Loquax », un nom qu'elle mérite bien. Loquax peut en effet réciter un texte écrit — peu importe sa complexité — à un débit atteignant 200 mots à la minute. Et, preuve que la réalité peut parfois dépasser la fiction, sa voix n'a rien à voir avec celle, monocorde, des robots de la télévision... Au contraire, elle a une couleur, une intonation et est ponctuée d'accents et de pauses!

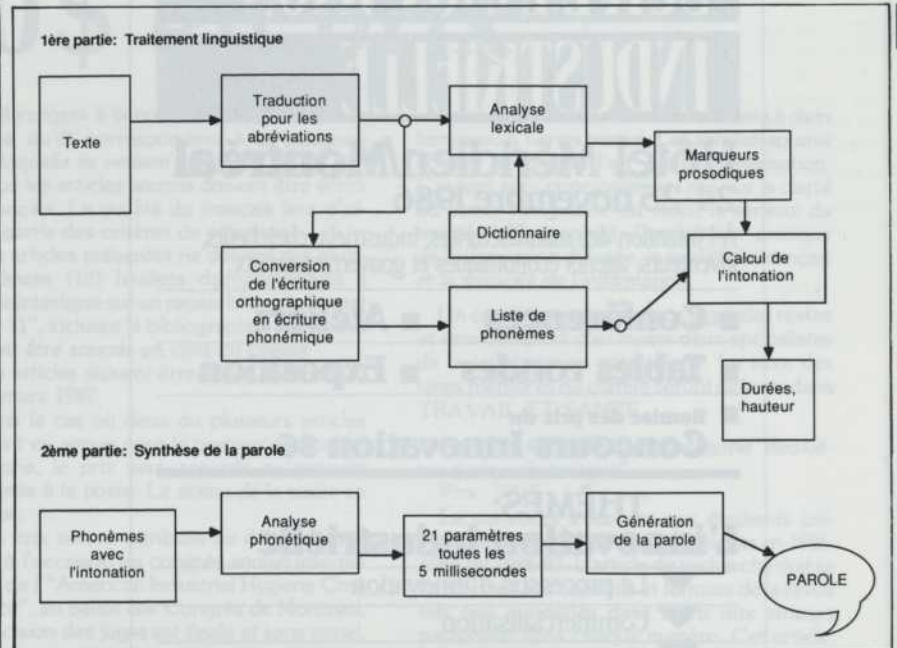
La boîte noire de Loquax, où s'effectue toutes les opérations de restitution du texte écrit en langue parlée, cache cependant bien son jeu. « Loquax est loin de fonctionner selon le principe de la voiture qui parle avec son conducteur, explique Douglas O'Shaughnessy. Dans de tels systèmes, chaque mot doit être stocké à part dans la mémoire; si cette technique convient quand le nombre de mots à utiliser est très restreint, la mémoire nécessaire pour stocker un vocabulaire étendu devient vite phénoménale. »

L'équipe de l'INRS a conçu Loquax justement dans le but de réduire le plus possible la mémoire nécessaire et la durée des opérations. En fait, le principe selon lequel l'appareil déchiffre un texte est fortement inspiré des processus mentaux qui se déroulent dans la tête d'un humain qui lit. Loquax identifie d'abord les graphèmes qui forment la trame du texte, puis les convertit en phonèmes. Il repère également les « mots grammaticaux », éléments clés du texte, dont 300 sont emmagasinés dans un dictionnaire interne. Par la suite, il effectue une véritable analyse syntaxique du texte; cette opération nécessite l'utilisation et le stockage de pas moins de 700 règles, mais permet à Loquax de prononcer correctement des phrases pièges du type « Les poules du couvent couvent... ». Enfin, les résultats des analyses sont acheminés à un filtre numérique. Celui-ci génère les impulsions électriques qui feront vibrer la membrane d'un haut-parleur.

Bien que Loquax ne soit pas le premier système de synthèse de la parole, il est un des seuls au monde à parler français. Ce qui lui ouvre un marché considérable: couplé à un balayeur optique, Loquax pourra donner aux aveugles et aux handicapés visuels accès à toute la littérature française; on l'utilisera peut-être pour lire des bulletins météorologiques, des messages aux ouvriers dans les usines, etc. Afin d'en faire un outil aussi polyvalent, Douglas O'Shaughnessy travaille à rendre la voix de sa création aussi proche que possible de la voix humaine.

LE DIALOGUE HOMME-MACHINE

L'objectif ultime de l'INRS-Télécommunications en matière de communications verbales est toutefois beaucoup plus ambitieux: il consiste à faire du téléphone un véritable terminal d'ordi-



nateur qui permette un dialogue entre l'homme et la machine. En collaboration avec Bell-Northern, les ingénieurs de l'INRS ont élaboré deux projets de recherche visant cet objectif. Le premier porte sur les systèmes de reconnaissance de la parole, une opération beaucoup moins facile que sa synthèse, notamment à cause des différences importantes de prononciation d'une personne à l'autre. L'équipe de l'INRS tente de résoudre ce problème en créant un système capable de s'adapter à une nouvelle voix. La plupart des dispositifs de reconnaissance de la parole procèdent par comparaison entre les mots reçus et une grille de référence interne leur permettant d'en déduire l'orthographe. Le système que l'on tente de développer devrait être capable de modifier ses données de référence selon les caractéristiques de la voix de chaque nouvel interlocuteur. L'on travaille également à la mise au point de techniques de reconnaissance de mots isolés à partir de très grands vocabulaires.

L'autre secteur des communications verbales que les chercheurs de l'INRS explorent en ce moment est celui du codage de la parole dans les réseaux de télécommunications. Les systèmes de codage servent à emmagasiner et à transmettre la parole sous forme numérique. Il en existe déjà, mais le débit de transmission des meilleurs d'entre eux, valeur qui mesure l'efficacité du système, grimpe à 10 ko/s. L'objectif que se sont donné les chercheurs de l'INRS est de taille: ils tentent d'abaisser ce seuil à 4 ko/s, tout en maintenant une haute qualité vocale. Plusieurs obstacles ont déjà été franchis, ce qui conduira éventuellement à l'amélioration des systèmes de radio cellulaire, d'annotations et de messages vocaux.

Organigramme du synthétiseur de parole Loquax.

CONFÉRENCE CANADIENNE SUR L'INNOVATION INDUSTRIELLE

Hôtel Méridien/Montréal
24-25 novembre 1986

À l'intention des manufacturiers, industriels, chercheurs, inventeurs, agents économiques et gouvernementaux.

- **Conférences** ■ **Ateliers**
- **Tables rondes** ■ **Exposition**
- **Remise des prix du**
Concours Innovation 86

THÈMES: L'innovation industrielle

- ▼ Le processus d'innovation
- ▼ Commercialisation
- ▼ Financement
- ▼ Ressources

La propriété intellectuelle

- ▼ Les brevets et marques de commerce
- ▼ Législation
- ▼ Les brevets et l'innovation industrielle
- ▼ Ressources

Liste des collaborateurs

- Agence québécoise de valorisation industrielle de la recherche (AQVIR)
- Association des commissaires industriels du Québec
- Bureau canadien des brevets
- Centre de développement technologique (CDT)
- Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ)
- Conseil national de recherches du Canada (CNRC)
- Crédit industriel Desjardins
- Gaz Métropolitain
- Groupement québécois d'entreprises
- Hydro-Québec
- Institut canadien des brevets et marques
- Invention Québec
- Ministère du Commerce extérieur et du Développement technologique
- Raymond, Chabot, Martin, Paré et associés
- Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée
- Société canadienne de génie industriel
- Société de développement industriel (SDI)

Liste des commanditaires

- Centre de commerce mondial de Montréal
- Crédit industriel Desjardins
- Fonds de solidarité des travailleurs du Québec
- Gaz Métropolitain
- Hydro-Québec
- Le Québec industriel
- Lignes aériennes Canadien Pacifique
- Magazine M.B.A.
- Société canadienne de génie industriel
- Sogain

Frais d'inscription*

- 1^{re} journée: **185\$**
(incluant un dîner-gala)
- 2^e journée: **150\$**
- Les 2 jours: **275\$**

*Les frais d'inscription incluent les repas du midi, les pauses-café, les cocktails, ainsi que les dossiers de la conférence.

RENSEIGNEMENTS

(514) 340-4266

Le CIIM est un organisme à but non lucratif, fondé avec l'aide financière du ministère fédéral de l'Expansion industrielle et régionale et parrainé par l'École Polytechnique de Montréal.

Organisée par:

CIIM

**Centre d'innovation
industrielle Montréal**
6600, Côte-des-Neiges, Bureau 500,
Montréal, Québec, Canada H3S 2A9

LA PAROLE MAIS AUSSI L'IMAGE

À l'INRS-Télécommunications, on se contente pas d'explorer le monde de la parole, mais on se captive également à celui de l'image, dans un autre grand programme de recherche axé sur les communications visuelles. Là encore, le mot d'ordre est d'accroître la qualité de systèmes existants et d'en créer de nouveaux qui transmettent mieux et plus économiquement des images plus fines, plus fidèles à la réalité. C'est en réalisant l'heureux mariage de la puce et du tube cathodique que les experts de l'INRS-Télécommunications comptent y parvenir. « Plutôt que de tout modifier, de la caméra au téléviseur, et de devoir réévaluer les normes et les standards s'appliquant aux systèmes de télévision, notre approche consiste à mettre au point des systèmes de codage numérique plus performants », explique Robert Johnston. Les applications de ces recherches ne se comptent pas non plus : systèmes de télévision de haute qualité, vidéo-conférence, télévision récréative, éducative et industrielle, etc.

Un dernier groupe d'ingénieurs de l'Institut ont presque troqué leur vocation professionnelle contre celle d'architecte... Mais les édifices qu'ils conçoivent n'ont ni poutres ni chevrons ! Il s'agit en effet des réseaux de télécommunications, véritables toiles d'araignée infiniment ramifiées, qui forment la trame même de tous les médias électroniques, du téléphone cellulaire à la télédiffusion par satellite. Le plan d'attaque de l'INRS en analyse des réseaux comporte deux volets : 1) créer des nouveaux logiciels destinés aux concepteurs de réseaux ; et 2) élaborer des modèles mathématiques permettant de prédire l'efficacité et les coûts du réseau.

Ambitieux, un tel programme ? Certes, mais réalisable compte tenu des possibilités qu'offre la vie en symbiose... Sur le plan des relations avec d'autres organismes, l'INRS-Télécommunications n'a d'ailleurs pas à se plaindre. Ainsi, le programme sur les communications visuelles se déroule grâce à l'appui financier de la Société Radio-Canada, qui a accordé deux importants contrats de recherche. L'INRS-Télécommunications bénéficie également d'une étroite collaboration avec l'Université McGill pour ses recherches sur les systèmes tant verbaux que visuels. Un accord a été conclu avec la société Digital Equipment, le plus important fabricant au monde de produits en synthèse de la parole, à laquelle le logiciel Loquax a été vendu.

Avec un budget annuel de 2,25 millions de dollars, de la matière grise en abondance et la collaboration avec le centre de recherche privé de loin le plus grand au Canada, l'INRS-Télécommunications n'entend pas rater le virage « télécommunicationnel ». Ce qui a bien peu de chances de se produire, car les organismes symbiotiques, les biologistes le savent bien, sont toujours, dans la création, ceux qui ont le plus grand succès... □

ÉTUDIANTS

Les prix d'excellence de "Travail et santé" 1500\$ en prix

Pour favoriser la diffusion en français de l'information en matière de santé et de sécurité du travail de même que des résultats de recherches effectuées dans ce domaine, Le Groupe de communication Sansectra Inc., éditeur de la revue TRAVAIL ET SANTÉ, lance un triple concours. Ce concours s'adresse à trois auteurs d'articles dans trois catégories différentes, soit "collégiale", "premier cycle universitaire" et "deuxième cycle universitaire". Un prix de 500\$ sera attribué à chacune des catégories.

Les catégories "collégiales" et "premier cycle universitaire" s'adressent à des auteurs d'articles de vulgarisation; la catégorie "deuxième cycle universitaire" désire reconnaître la qualité d'une recherche et favoriser sa diffusion.

RÈGLEMENTS GÉNÉRAUX

Il n'est pas nécessaire d'être abonné à la revue TRAVAIL ET SANTÉ pour participer à ce concours.

Tous les articles répondant aux normes de publication paraîtront dans la revue.

L'article doit être signé par un seul auteur, sauf dans le cas de la catégorie "deuxième cycle universitaire" (voir les règlements spécifiques).

Une attestation de la maison d'enseignement certifiant le statut de l'étudiant doit accompagner les textes et la fiche d'inscription.

Le concours est ouvert à des étudiants de

pays étrangers à la condition qu'ils fassent la preuve qu'ils correspondent à la catégorie dans laquelle ils veulent participer.

Tous les articles soumis doivent être écrits en français. La qualité du français fera d'ailleurs partie des critères de sélection.

Les articles présentés ne doivent pas excéder douze (12) feuillets dactylographiés à double interligne sur un papier blanc de format 8½" x 11", incluant la bibliographie. Les textes doivent être soumis en cinq (5) copies.

Les articles doivent être reçus au plus tard le 15 mars 1987.

Dans le cas où deux ou plusieurs articles seraient ex aequo pour le premier de chaque catégorie, le prix sera accordé au premier texte mis à la poste. Le sceau de la poste en fera foi.

Les prix seront attribués au début de juin 1987, à l'occasion du congrès annuel international de l'"American Industrial Hygiene Conference", au palais des Congrès de Montréal. La décision des juges est finale et sans appel.

Après recommandation du jury, Le groupe de communication Sansectra Inc. se réserve le droit de ne pas attribuer un prix si la qualité des articles soumis est inacceptable.

Toute personne impliquée dans ce concours (juges ou responsables de la revue TRAVAIL ET SANTÉ) n'est pas admissible.

RÈGLEMENTS SPÉCIFIQUES

Articles de vulgarisation: catégories "collégiale" et "premier cycle universitaire".
Prix: 500\$ pour chacune des catégories.

Le concours est ouvert aux étudiants à plein temps ou à temps partiel. Les articles soumis doivent respecter l'art de la vulgarisation. L'accent sera principalement mis sur la clarté du texte, l'originalité du sujet, le sérieux du travail (bibliographie), l'application pratique de l'information diffusée, la qualité du français et la véracité de l'information.

Un comité sera formé pour juger des textes et sera composé d'au moins deux spécialistes de la vulgarisation scientifique. Le nom des juges membres du comité seront diffusés dans TRAVAIL ET SANTÉ.

Articles scientifiques: catégorie "deuxième cycle universitaire".

Prix: 500\$

Le concours s'adresse aux étudiants universitaires de deuxième cycle inscrits en 1985-1986 ou 1986-87. L'article de recherche doit se conformer aux objectifs et formats de la revue tels que consignés dans l'Avis aux auteurs paraissant dans chaque numéro. Cet article, original, dont l'étudiant sera le premier auteur, mais qui pourra être cosigné par le directeur de recherche, devra porter sur une recherche avec incidence évidente en santé et en sécurité du travail. Les articles de revue ou de bilan ne seront pas acceptés dans le cadre du concours. Le prix d'excellence sera attribué à l'étudiant auteur de l'article jugé le meilleur par le Comité scientifique. Le Comité appuiera sa décision sur une évaluation de la clarté du texte, de l'exposé des retombées en santé et en sécurité du travail et de l'originalité de la contribution de l'étudiant lui-même. Le Comité pourra solliciter l'avis d'évaluateurs externes ainsi que des directeurs de recherche impliqués.

FICHE D'INSCRIPTION

Titre de l'article _____

Nom de l'auteur _____

Adresse _____

Code postal _____ Téléphone () _____

Catégorie: collégiale
 premier cycle universitaire
 deuxième cycle universitaire

Maison d'enseignement fréquentée _____

Signature de l'étudiant _____ Date _____

Je désire m'abonner à la revue TRAVAIL ET SANTÉ. Vous trouverez ci-joint un chèque au montant de 15\$ libellé au nom du GROUPE DE COMMUNICATION SANSECTRA INC.

TRAVAIL ET SANTÉ est publié quatre fois par année.

Faites parvenir cette fiche d'inscription et cinq (5) copies de votre texte au plus tard LE 15 MARS 1987 à:

Robert Richards
Directeur général
REVUE TRAVAIL ET SANTÉ
Case postale 1089
Napierville (Québec)
J0J 1L0

La propriété intellectuelle des travaux des étudiants

par Pierre Gagné et Alain Géloën

40 100°C donne la parole aux étudiants diplômés. Ceux-ci sont invités à faire parvenir leurs textes à la rédaction d'INTERFACE.

Pierre Gagné est président de l'Union des gradués inscrits à Laval (UGIL).

Alain Géloën est vice-président aux affaires universitaires de l'UGIL.

□ La propriété intellectuelle est un problème encore très actuel auquel de nombreux chercheurs en formation sont confrontés. S'il est difficile d'en évaluer l'ampleur, la vie quotidienne du chercheur-étudiant montre que les cas de spoliation sont encore très fréquents.

La propriété intellectuelle, qu'est-ce que c'est ? La question consiste à définir à qui appartient le droit de disposer de résultats originaux. Ce droit, qualifié de droit d'auteur, désigne le pouvoir exclusif de produire ou de reproduire une œuvre ou une partie importante de celle-ci sous une forme matérielle quelconque. La Loi sur le droit d'auteur précise que « l'auteur d'une œuvre est le premier titulaire du droit d'auteur sur cette œuvre » (voir l'encadré).

LA SPOLIATION

La spoliation de la propriété intellectuelle prend diverses formes plus ou moins graves, mais toutes sont préjudiciables aux chercheurs en formation. La forme la plus grave consiste à ne pas citer dans la liste des auteurs d'une publication un collaborateur qui a participé directement à la réalisation ou à l'élaboration de ce travail.

On peut aussi monnayer la propriété intellectuelle d'un étudiant en le payant, bien souvent à même les fonds de l'université, pour travailler sur un sujet qui n'est pas celui de sa thèse. L'emploi d'auxiliaires de recherche est, de fait, une pratique assez répandue. Il est également courant de citer, en tant que coauteur, un chercheur prestigieux afin de faciliter l'acceptation d'une publication scientifique. Dans ce contexte, le chercheur-étudiant est

plutôt défavorisé, car on peut penser qu'il ne fait qu'allonger la liste des auteurs. Quant à l'ordre des noms des auteurs, cela dépend beaucoup de la tradition, de la discipline ou du laboratoire concernés.

UNIVERSITÉ LAVAL : DES CHIFFRES

Selon un sondage réalisé en 1985 par l'Union des gradués inscrits à Laval (UGIL), 10 p. cent des individus qui participent à une publication se sentent lésés dans leur droit d'auteur. De plus, le quart des personnes interrogées voient une partie de leurs données utilisée par le directeur de recherche sans qu'on en indique la source. À titre de comparaison, en 1974, 30 p. cent des chercheurs-étudiants qui participaient à une publication n'y étaient pas mentionnés.

Les chiffres de 1985 indiquent, par ailleurs, que les cas de spoliation sont plus fréquents lorsqu'un individu est inscrit à la maîtrise ou dans le secteur des humanités (sciences humaines et sociales, arts). Eh oui ! il existe encore des gens convaincus qu'un étudiant au niveau de la maîtrise qui publie est moins chercheur qu'un étudiant de doctorat. Les différences selon le secteur d'étude pourraient s'expliquer par le fait que, dans les humanités, on manipule surtout des idées et des concepts abstraits issus d'une réflexion. Dans ces conditions, il est très difficile d'établir qui est l'auteur de l'idée nouvelle à l'origine du travail produit. Il est aussi important de noter que la Loi sur le droit d'auteur ne concerne pas les idées mais les réalisations concrètes. Pourquoi les problèmes de propriété intellectuelle des étudiants sont-ils encore si présents alors que la loi semble claire et sans équivoque ?



Université du Québec à Hull

INTERMONDE

La recherche en Afrique

par Foussenoou Sissoko

D'abord, il faut noter que de nombreuses situations particulières prêtent à discussion et que les interprétations qui en résultent sont multiples. Par exemple, que se passe-t-il si l'étudiant est employé sous contrat par son directeur de recherche ? Qui est titulaire du droit d'auteur lorsqu'un chercheur-étudiant reçoit un revenu sous forme de bourse de son directeur de recherche ? Enfin, de nombreux professeurs font valoir qu'ils ont investi de l'argent dans un projet de recherche, qu'ils ont défini les axes de recherche et suggéré des idées intéressantes, et que pour toutes ces raisons le droit d'auteur leur appartient.

Par ailleurs, il faut bien comprendre que, si la relation entre le chercheur-étudiant et son directeur de recherche est fondée sur la compréhension et le respect mutuels, et souvent aussi sur l'amitié réciproque, elle inclut également un rapport de force. Dans un tel rapport, le chercheur-étudiant reste dépendant et n'a pas toujours les moyens de s'opposer efficacement à une situation qu'on lui impose. En effet, si un conflit éclate, le directeur de recherche ne joue, au pire, que sa réputation alors que le chercheur-étudiant compromet pour toujours son avenir. Il est évident, dans ces conditions, que les chercheurs en formation doivent y regarder à deux fois avant d'entreprendre des démarches revendicatives, même lorsqu'ils se sentent lésés.

DES SOLUTIONS

Pour l'UGIL, le droit à la propriété intellectuelle et à la signature des publications reliées à la recherche (thèses, articles, actes de colloques, conférences, etc.) doit être pleinement reconnu au chercheur-étudiant. Reconnaître la propriété intellectuelle, c'est reconnaître le travail du chercheur-étudiant et donc son statut. En effet, c'est bien le travail de recherche qui distingue le plus clairement les 2^e et 3^e cycles du 1^{er} cycle. Le statut de chercheur-étudiant doit constituer un cadre général dans lequel seront reconnus ses droits relatifs à la propriété intellectuelle, à l'évaluation, à la gestion et à l'encadrement académique et financier. En pratique, certains aspects de ce statut pourraient faire l'objet d'une négociation entre le directeur de recherche et le candidat. Ce système aurait le grand avantage de s'adapter à tous les types de situations rencontrées.

LE DROIT D'AUTEUR DES ÉTUDIANTS

Selon la Loi sur le droit d'auteur, l'étudiant qui produit une œuvre, de quelque nature qu'elle soit, au sein d'un établissement d'enseignement est titulaire d'un droit d'auteur. Toute reproduction ou publication de cette œuvre sans son consentement est alors illégale.

Cependant, comme toute règle, cette loi prévoit un certain nombre d'exceptions :

- 1) Chaque fois que l'on trouve les caractéristiques juridiques du lien employeur-employé entre l'étudiant et la personne qui le rémunère pour ses services ou lui accorde des montants d'argent, le droit d'auteur sur les travaux appartient à cette personne. Par exemple, une recherche effectuée grâce à une subvention appartient à l'organisme subventionnaire. Toutefois, si l'argent versé peut être considéré comme un don, l'auteur sera titulaire du droit.
- 2) Un établissement d'enseignement peut inclure dans ses règlements une clause par laquelle l'étudiant l'autorise à reproduire ou à publier les travaux remis aux professeurs dans le cadre de ses études. L'Université du Québec à Montréal possède, par exemple, un règlement interne qui l'autorise à reproduire et à publier à des fins pédagogiques et non commerciales les travaux de ses étudiants.

Par ailleurs, lorsque l'étudiant participe de façon active à un groupe de recherche, il peut être considéré comme coauteur des travaux produits et, de ce fait, comme l'un des titulaires du droit d'auteur. Son autorisation sera requise pour la publication des résultats de la recherche au même titre que les autres membres du groupe.

De plus, un directeur de recherche ne peut prétendre au titre de coauteur que si l'ampleur de son travail est suffisante. Il doit avoir contribué lui-même à la mise en forme matérielle originale de l'œuvre par la rédaction de passages importants ou l'apport de modifications substantielles.

La rédaction, S.M.

SOURCE

RODRIGUE, P., *Le droit des étudiants sur leurs travaux et thèses*, Québec, Ministère des Affaires culturelles, octobre 1985.

On peut se procurer cette publication en s'adressant au ministère des Affaires culturelles, Direction des communications, 225, av. Grande-Allée est, 3^e étage, bloc C, Québec, G1R 5G5, tél. : (418) 643-2183.

La propriété intellectuelle des travaux des étudiants

par Pierre Gagnon et Alain Gélina

L'Université Laval, quant à elle, propose une « Déclaration des droits fondamentaux des étudiants », qui constituerait d'une certaine façon un code d'éthique régissant les relations entre les membres de la communauté universitaire. Nous attendons avec beaucoup d'intérêt cette charte, mais nous doutons de l'impact concret qu'elle aura.

Une autre solution consiste à favoriser la création de groupes de recherche. La notion d'équipe favorise l'intégration du chercheur-étudiant et la reconnaissance de sa contribution.

CONCLUSION

Les entraves à la propriété intellectuelle ne sont pas encore chose du passé à l'Université Laval.

Malgré l'évolution des mentalités, le problème persiste. Les chercheurs-étudiants ne demandent pas nécessairement l'exclusivité de leur œuvre et sont bien souvent prêts à partager leur propriété intellectuelle. Ils ne peuvent cependant accepter de subir la spoliation sous des prétextes qui tiennent bien souvent à des principes rétrogrades.

C'est la carrière des futurs chercheurs qui est mise en cause et la législation, bien qu'elle semble correcte, ne peut jouer pleinement son rôle lorsque l'on sait que les chercheurs-étudiants n'ont pas les moyens moraux ni financiers de porter un litige devant les tribunaux. □

Conseil de la science et de la technologie

publications récentes

Science et technologie - CONJONCTURE 1985 (avril 1986)

Vol. 1: *Les enjeux* (63 p.); Vol. 2: *La situation* (125 p.)

L'emploi des diplômés en sciences sociales et humaines dans l'entreprise, Avis au ministre de l'Enseignement supérieur et de la science (64 p., mars 1986)

La diffusion de la culture scientifique et technique au Québec, par Jean-Marc Gagnon et Lise Morin (123 p., mars 1986)

Bilan de l'activité scientifique et technologique de la région de l'Outaouais (07) (147 p., juin 1986)

La collaboration université-entreprise et le financement de la recherche universitaire, Mémoire à la Commission de l'éducation (30 p., septembre 1986)

La participation des femmes en science et technologie au Québec, Avis au ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science (102 p., septembre 1986)

Recherche et formation en biologie végétale au Québec, par Pierre Morisset et Rose-Marie Pelletier (novembre 1986)

Bilan de l'activité scientifique et technologique de la région de l'Est-du-Québec (01) (novembre 1986)

Bilan de l'activité scientifique et technologique de la région de Québec (03) (début de 1987)

On peut se procurer ces publications
gratuitement au:

Conseil de la science et de la technologie
2050, boulevard St-Cyrille, Ouest, 5e étage
Ste-Foy (Québec) G1V 2K8

Pour tout renseignement:

Québec: (418) 643-6179
Montréal: (514) 873-3493

Québec 

La recherche en Afrique

par Foussehou Sissoko

La chronique **Intermonde** aborde diverses problématiques de la recherche et de l'enseignement supérieur à l'extérieur du Canada.

Il faut beaucoup de volonté pour faire de la recherche en Afrique. Absence de politiques nationales de recherche, insuffisance des moyens mis à la disposition des chercheurs et manque de collaboration et d'échange d'information entre les organismes de recherche : voilà autant d'obstacles à surmonter.

« Les structures de recherche sont en majeure partie affiliées à l'enseignement supérieur et répondent avant tout à des préoccupations d'ordre pédagogique », constate M. Dioume, professeur de mathématiques à l'École polytechnique de Thiès, au Sénégal. De plus, les rares, trop rares organismes qui échappent à cette règle travaillent en vase clos. Les résultats des recherches fructueuses susceptibles d'intéresser d'autres États ne traversent généralement pas les frontières à cause de la faiblesse des mécanismes de diffusion. Même les bibliothèques sont en nombre insuffisant !

Toutefois, des efforts sont présentement faits. Un premier congrès des hommes de science africains se tiendra en juin 1987 à Brazzaville, au Congo. Il permettra entre autres de répertorier les ressources humaines. De plus, un réseau africain d'information sur les systèmes de production a été mis sur pied au mois de mars dernier afin de

recenser les institutions et les chercheurs engagés dans des recherches sur la production. Il s'occupera aussi d'améliorer la diffusion de l'information en matière de recherche sur la production rurale. Par ailleurs, trois chaires africaines de technologies alimentaires et de nutrition ont été créées grâce à une initiative du Centre régional africain de technologie de Dakar et de l'Organisation des Nations unies pour le développement international. Ces chaires assureront la formation de chercheurs africains de haut niveau et de techniciens compétents. Elles doivent, de plus, veiller à la diffusion des résultats des recherches, tant régionales qu'internationales, et entretenir des relations avec des institutions de recherche de pays développés.

UN PROBLÈME CRITIQUE : LE SOUS-FINANCEMENT

Le financement de la recherche pose de sérieux problèmes. Les budgets accordés par les pouvoirs publics sont très nettement insuffisants et plusieurs pays n'ont même pas de ministère de la Recherche scientifique.

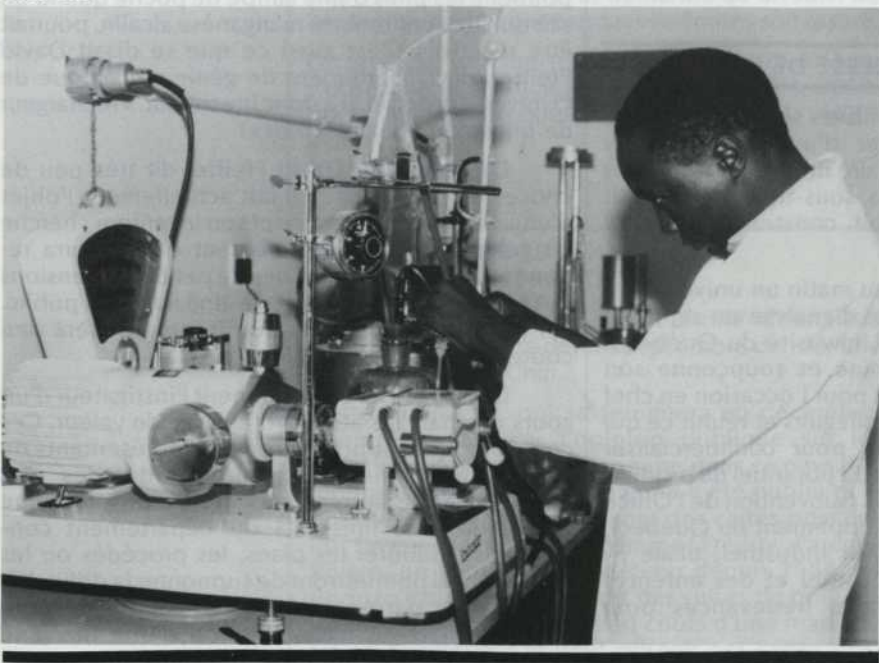
Ce manque de fonds affecte notamment la situation des chercheurs. Sous-payés, sans budget ni équipement de recherche, ils n'ont, la plupart du temps, même pas les moyens de voyager pour assister à un congrès, à un colloque ou à une conférence. Plusieurs délaissent alors la recherche pour le travail administratif. Toutefois, certains pays tels que le Cameroun ont fait récemment d'énormes efforts pour améliorer la situation financière de leurs chercheurs.

Une autre conséquence grave du sous-financement de la recherche africaine est sa dépendance. « Cette dépendance », explique Tié Couta M'Gom, directeur du Centre sénégalais de recherches sur l'habitat, l'urbanisme et l'architecture, « présente un sérieux handicap, car le financement extérieur n'obéit pas souvent aux objectifs nationaux. »

Les institutions de recherche nationales doivent souvent collaborer avec des institutions étrangères, en particulier dans les pays francophones où la France reste très présente. Or, généralement mieux pourvues en moyens financiers et autres, ces dernières se révèlent souvent des concurrentes de leurs équivalents africains. Elles obtiennent plus facilement les contrats de recherche, empêchant ainsi les chercheurs des organismes nationaux d'acquérir une solide expérience. De plus, le transfert des connaissances, qu'elles se devraient d'effectuer, reste insuffisant. La dépendance se maintient donc.

Cependant, malgré toutes ces difficultés, l'espoir est permis. Le développement de l'Afrique est lié à celui de la recherche africaine et il faut souhaiter que tous les efforts locaux fournis porteront leurs fruits. □

Photo CRDI



Test de l'humidité de la farine pour la préparation de pâte (Kenya).

La chronique **Transferts**, comme son nom l'indique, donne écho aux activités de transfert technologique.

par Louise Desautels

LES CHEMINS DU CERVEAU

Les fakirs qui se passent de longues aiguilles d'une oreille à l'autre seront sans doute aussi intéressés que les neurochirurgiens par le nouvel instrument créé à l'Université Laval : un simulateur stéréoscopique de trajectoire dans l'espace. L'appareil permet de visualiser en trois dimensions, à partir de radiographies prises auparavant, le cerveau d'un patient ainsi que les artères, veines et vaisseaux sanguins qui l'irriguent. Le chirurgien peut alors établir avec précision la trajectoire que prendra la sonde qu'il désire introduire dans le cerveau sans risquer de provoquer une hémorragie. Toutes les coordonnées de cette ligne brisée sont enregistrées et ensuite reportées sur un cadre (ou guide) posé à la tête du patient.

Plusieurs équipes médicales se montrent intéressées par cette nouveauté, notamment celle d'un neurochirurgien montréalais qui avait soulevé un problème important en 1980 : on ne pouvait alors pénétrer sans danger dans le cerveau que par un très petit nombre de voies.

Le groupe de l'Université Laval qui a mis au point le nouvel équipement regroupe des chercheurs en génie mécanique, en sciences géodésiques et en télédétection. On pourrait d'ailleurs penser à des applications en géodésie, pour le tracé de routes par exemple.

UNE NOUVELLE PRESSE DE FORMAGE

On n'est jamais aussi bien servi que par soi-même ! Ainsi, pour éviter d'avoir à dépenser d'énormes sommes pour faire mettre en forme ses plaques de métal par un sous-traitant, le petit chantier naval Fleury avait construit sa propre presse de formage à froid.

Mais voilà qu'un beau matin un universitaire du Centre de recherche et d'analyse en santé au travail (CRAST), affilié à l'Université du Québec à Rimouski, repère la machine et soupçonne son originalité. Se transformant pour l'occasion en chef de projet, il mobilise ses collègues et réunit ce qui manque au petit chantier pour commercialiser l'invention : une évaluation du potentiel du produit, des fonds gouvernementaux (subvention de l'Office de production et de développement du Québec), un partenaire industriel (Mil Industriel, filiale rimouskoise de Marine Industrie) et des ententes entre tous ces intervenants (redevances pour l'inventeur et l'UQAR).

Le développement du système de presse repose donc maintenant sur Mil Industriel, qui travaille à en automatiser les opérations. La firme hésite encore entre la mise sur le marché de l'appareil lui-même et la promotion de ses services de formage au moyen de cette technique améliorée.

MESURER LE BRUIT

Pour mesurer le bruit auquel est exposé un travailleur, on munit occasionnellement celui-ci d'un dosimètre qui fournit une mesure totale de son exposition en décibels. Cependant, depuis peu de temps, une firme américaine a mis au point un dosimètre qui enregistre les niveaux de bruit minute par minute. La foule de données recueillies donne une meilleure image de l'environnement sonore du travailleur, avec ses pics assourdissants et ses quasi-silences, à condition de pouvoir analyser ces données adéquatement ! C'est la tâche qui a été assignée à l'équipe d'Henri Scory, chercheur à l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail. Le produit fini, un logiciel capable de traiter les informations et d'établir des graphiques sur l'évolution du bruit en fonction du temps, est déjà utilisé par des responsables de programmes de sécurité du travail. Des droits d'exploitation ont été négociés avec la compagnie Dupont en vue d'une commercialisation aux États-Unis et en France.

UN RECHARGEUR DE PILES NON RECHARGEABLES

Rien de plus frustrant que de jeter à la poubelle les piles d'une lampe de poche quand on sait que leur contenu, le manganèse alcalin, pourrait être réactivé ! C'est aussi ce que se disait David Pfeiffer, du Département de génie mécanique de l'Université McGill. Il a donc inventé un « rechargeur de piles non rechargeables » !

De l'appareil, David Pfeiffer dit très peu de choses, et pour cause : il fait actuellement l'objet d'une demande de licence et son inventeur cherche un acheteur. On sait seulement qu'il pourra redonner vie aux piles alcalines de petites dimensions (AAA jusqu'à D) et qu'il est destiné au grand public. On peut donc présumer que le produit sera peu coûteux et de petite taille.

David Pfeiffer est également l'instigateur d'un cours original : les ateliers d'analyse de valeur. Ces cours pratiques sont offerts à des représentants de petites, moyennes ou grandes industries, qui viennent, entre autres, y soumettre un problème technique. Des finissants du département contribuent à élaborer les plans, les procédés ou les appareils qui permettront de surmonter la difficulté. L'an dernier par exemple, on a mis au point un nouveau système d'alimentation d'une machine pour une petite entreprise de contre-placage et redessiné, pour en réduire les coûts d'opération, un appareil destiné à assembler des câbles pour une entreprise de téléphone.

Science-inter présente des nouvelles brèves qui touchent la communauté scientifique.

par *Sophie Malavoy*

FEMMES ET SCIENCE

Le Conseil de la science et de la technologie a rendu public, en septembre dernier, un avis destiné au ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science sur la participation des femmes en science et technologie au Québec, qui doit être reconnue et encouragée pour des raisons d'équité — femmes et hommes doivent avoir les mêmes chances — et pour des raisons d'efficacité : le Québec a besoin de mettre à profit les talents de l'autre moitié de sa population.

Si certains progrès ont été accomplis au cours de la dernière décennie sur les plans de la formation scientifique et de l'insertion des femmes dans ce secteur du marché du travail, des disparités significatives subsistent néanmoins. Plusieurs facteurs ont été identifiés outre la formation académique : les responsabilités familiales, l'organisation du marché du travail et la discrimination systémique dont les femmes sont l'objet.

À la suite de ces constatations, le Conseil a formulé 25 recommandations visant à apporter des correctifs à l'enseignement scientifique et technique — et ce, dès le préscolaire — et à améliorer la situation professionnelle des femmes scientifiques et des technologues. Finalement, le Conseil recommande que des études plus poussées sur cette problématique soient entreprises et demande qu'un suivi de l'ensemble des recommandations émises soit assuré.

On peut se procurer ce document (n° 86/06) au Conseil de la science et de la technologie, 2050, boul. Saint-Cyrille ouest, Québec, QC. Tél. : (418) 643-6179.

Françoise Braun

CAMPAGNE SUR LE CHILI D'AMNISTIE INTERNATIONALE

La section canadienne francophone d'Amnistie internationale mène depuis septembre dernier une campagne sur le Chili.

Cette campagne, qui se terminera en décembre, compte sensibiliser l'opinion publique sur les violations des droits de l'homme dans ce pays. Un rapport sur la situation chilienne a été publié et la population est invitée à signer des cartes postales en faveur de victimes comme Freddy Paredes Rivero, un jeune Chilien détenu depuis 1984, ou Rodrigo Rojas Denegri, mort des suites de brûlures infligées par des militaires au cours d'une manifestation pacifique. On peut obtenir ces cartes postales auprès des 40 groupes d'Amnistie internationale et à son secrétariat à Montréal. Pour plus de renseignements, communiquer avec : Monique Juteau, (514) 288-1141.

U de M-UQAM : LA MAIN DANS LA MAIN

45

L'Université de Montréal et l'Université du Québec à Montréal ont signé, en octobre dernier, trois ententes afin de développer l'enseignement et la recherche aux cycles supérieurs.

La première de ces ententes concerne des échanges de cours de deuxième et troisième cycles. Ainsi, certains des cours donnés dans un seul des deux établissements universitaires seront également accessibles aux étudiants de l'autre institution.

La deuxième entente spécifie que l'Université de Montréal et l'Université du Québec à Montréal pourront bénéficier des ressources professorales des deux institutions en ce qui touche, plus particulièrement, la direction des travaux de recherche des étudiants inscrits à des programmes de maîtrise et de doctorat dans l'un ou l'autre des établissements.

Enfin, la troisième entente porte sur un programme conjoint de maîtrise en muséologie, qui accueillera ses premiers étudiants en janvier prochain.

Si des collaborations ont déjà eu lieu par le passé entre ces deux institutions, ces trois ententes viennent confirmer leur volonté de mieux servir la collectivité.

PRIX DU FORUM ENTREPRISES-UNIVERSITÉS

Le prix a pour but de récompenser un effort remarquable de recherche réalisée dans le cadre d'une collaboration entre les entreprises et les universités. Le prix, d'un montant de 5 000 \$, sera accordé soit à un ou plusieurs chercheurs participant à une importante recherche en collaboration, soit à une ou plusieurs personnes qui ont facilité l'organisation de recherches entreprises-universités.

Les candidats ne doivent pas être obligatoirement citoyens canadiens, mais les travaux doivent avoir été exécutés au Canada, en collaboration avec une université canadienne ou une entreprise qui a une forte présence au Canada.

Pour être admissible, une candidature doit être proposée et recommandée par écrit par au moins deux personnes du milieu.

La date limite pour proposer des candidatures est le **16 janvier 1987**.

On peut obtenir le formulaire de candidature en s'adressant au :

Forum entreprises-universités
1155, boul. Dorchester ouest
Bureau 2501
Montréal, QC
H3B 2K4
Tél. : (514) 876-1356

TECHNOLOGIE ET BALANCE COMMERCIALE

« Le déficit commercial du Canada dans les technologies de pointe est le plus élevé des pays du sommet économique. En 1984, il s'élevait à environ 12 milliards de dollars et il ne cesse d'augmenter. » C'est ce que l'on pouvait lire dans la note universitaire du mois de juillet de l'Association canadienne des professeurs d'université ACPU¹.

« Le Canada est le seul des grands pays industrialisés aux prises avec un déficit commercial dans toutes les catégories de biens de haute technologie, entre autres le secteur aérospatial, les machines de traitement des données, les médicaments et l'équipement électronique. La part de marché du Canada dans les exportations des pays de l'OCDE le place au 8^e rang en ce qui concerne le secteur des produits de haute technologie nécessitant une recherche et un développement intenses. »

Cette situation se comprend sans peine quand on connaît la faible, trop faible part du produit intérieur brut (PIB) que le Canada consacre à la R et D (1,35 p. cent). Elle n'est toutefois, pas acceptable pour autant, et le pays ne peut se fier indéfiniment à ses ressources naturelles pour compenser son déficit commercial. L'ACPU souligne donc la nécessité de mettre en place un système universitaire de premier ordre afin d'attirer les compagnies importantes et aussi l'urgence d'obtenir un appui suffisant du gouvernement en matière de recherche.

SOURCE

1. ACPU, Note universitaire, vol. 86, n° 21, juil. 1986.

CONCOURS RÉDACTIONNEL 1987 DE LA REVUE L'INGÉNIEUR

Ce concours s'adresse à tous les étudiants de premier cycle, en ingénierie ou en sciences appliquées, inscrits dans une faculté de génie reconnue au Canada. Une preuve d'inscription sera exigée.

L'objectif de ce concours est de susciter, chez les futurs ingénieurs, l'intérêt pour la rédaction technique en français et de les sensibiliser à l'importance d'une bonne communication écrite.

Les candidats devront présenter un article écrit en français, d'une longueur de 10 à 15 pages dactylographiées à double interligne, traitant d'un sujet particulier ou d'intérêt général relié aux techniques ou à la profession d'ingénieur.

Le jury choisira trois lauréats qui recevront, selon leur classement, des prix de 500 \$, 300 \$ et 150 \$. De plus, les articles primés seront publiés dans la revue *L'Ingénieur*.

Date limite : **15 mars 1987**

Envoyer les articles à :
Revue *L'Ingénieur*
Concours rédactionnel
C.P. 6980, Succ. A
Montréal, QC
H3C 3L4
Tél. : (514) 340-4764

SARSTEDT



PRODUITS UNI-SERVICE DE LABORATOIRE

Tél.: (514) 337-6908
Tlx: 05-824030

Symbole de qualité

SARSTEDT CANADA inc.
2575 rue Paulus, St-Laurent, Québec H4S 1E9

L'AUPELF AU QUÉBEC

L'Association des universités partiellement ou entièrement de langue française (AUPELF) a célébré son 25^e anniversaire en septembre dernier aux universités de Montréal et Laval. Organisé avec la participation de la Conférence des recteurs et principaux des universités du Québec (CREPUQ), le colloque portait sur la libre circulation des personnes (chercheurs, professeurs et étudiants) dans l'enseignement supérieur et la recherche.

Deux primeurs ont été annoncées à la fin de cette rencontre : la création d'une Université de la francophonie, chargée de structurer les réseaux de compétences scientifiques du monde francophone, et la mise sur pied d'une Fondation pour la modernité de la langue française. Cette dernière veillera à associer davantage le monde de l'entreprise privée à celui des universités.

Espérons que cette importante rencontre débouchera sur des mesures concrètes pour les universitaires des pays francophones.

Françoise Braun

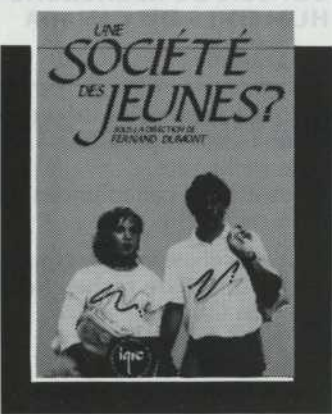
ENTENTE ENTRE HEC ET PACE UNIVERSITY

L'École des Hautes Études commerciales de Montréal et Pace University de New York ont signé, le 30 septembre dernier, une entente en vue de promouvoir les liens commerciaux, économiques et culturels entre le Québec et New York. Bien connues du milieu des affaires, ces deux institutions collaboreront sur une base régulière dans les domaines de l'enseignement et de la recherche en gestion. Ce rapprochement vise également à multiplier les occasions de rencontres entre gens d'affaires américains et québécois, comme entre gens d'affaires et universitaires.

N • O • U • V • E • A • U • T • É

UN DOSSIER CHAUD!

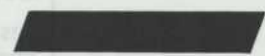
UNE SOCIÉTÉ DES JEUNES?
Sous la direction de Fernand Dumont



Cet ouvrage réunit les actes d'un colloque organisé par l'Institut dont l'objectif est de constituer un dossier étoffé sur la situation actuelle des jeunes dans la société et leur réalité.

En filigrane à ce regard lucide posé sur l'univers des jeunes se profile l'image de notre société tout entière. En outre, ce livre nous confronte à l'urgence d'une prise de conscience et d'une prise de responsabilités.

- 399 pages
- ISBN: 2-89224-075-1
- 14,50 \$



Ces ouvrages sont disponibles dans toutes les librairies ou à:



Institut québécois de recherche sur la culture
14, rue Haldimand
Québec (Québec)
G1R 4N4
Tél.: (418) 643-4695

SUBVENTIONS ET BOURSES

48

Subventions et bourses recense les programmes de subvention et d'aide à la recherche des gouvernements, associations, centres, organismes de recherches, etc. Faites parvenir vos informations à la rédaction d'INTERFACE.

CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE DU CANADA

Programme	Date limite
-----------	-------------

Subventions

- | | |
|---|-------------------------|
| • Ordinateur vectoriel | 1 ^{er} février |
| • Programme de développement en foresterie (stages postdoctoraux) | 15 janvier |

Bourses

- | | |
|--|-------------|
| • Bourses de recherche dans les laboratoires du gouvernement canadien | 15 décembre |
| • Bourses et subventions de recherche de la Fondation du Bouclier canadien | 31 janvier |

Pour renseignements, communiquer avec :
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie
200, rue Kent
Ottawa, Ont.
K1A 1H5
Tél. : (613) 995-6295

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS

Bourses d'études supérieures en biologie des pêches à l'Université Laval et à l'Université du Québec à Rimouski

Le ministère des Pêches et des Océans, Région du Québec, offre chaque année, jusqu'en 1990-1991, quatre bourses pour des études de 2^e ou de 3^e cycle en biologie des pêches, avec possibilité de renouvellement pour les deux années subséquentes (durée maximale de trois ans). Deux de ces bourses sont valides à l'Université Laval, à Sainte-Foy, et les deux autres à l'Université du Québec, à Rimouski.

Date limite : 19 décembre 1986

Les formulaires de demande sont disponibles, chaque année à compter du 1^{er} novembre, au Service d'aide financière, dans la plupart des universités canadiennes ou au Secrétariat des bourses du ministère des Pêches et des Océans.

Pour plus de renseignements, communiquer avec le :

Secrétariat des bourses du ministère des Pêches et des Océans
Direction de la recherche sur les pêches
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
Ste-Flavie, QC
G0J 2L0
Tél. : (418) 775-6500

COMPAGNIE PÉTROLIÈRE IMPÉRIALE LTÉE

Subventions à la recherche universitaire

Ces subventions visent à favoriser la recherche au sein des universités canadiennes dans les domaines qui intéressent les industries pétrolières, pétrochimiques et énergétiques. Ces domaines comprennent les sciences de l'environnement et de la terre, le génie et la chimie. Les subventions visent également à favoriser la recherche sociale touchant les rapports entre les industries et leur personnel, leur clientèle et le milieu commercial et social où elles exercent leurs activités. Les subventions ont trait à des projets de recherche déterminés et sont accordées aux professeurs à plein temps pour soutenir le travail de recherche accompli par des étudiants sous leur direction.

La sélection des projets est effectuée par le Comité d'études supérieures de la compagnie en tenant compte de leur intérêt pour l'industrie, de l'originalité, la portée, la démarche et la méthodologie de la recherche, de l'aptitude et l'expérience des chercheurs ainsi que de l'utilisation des fonds.

Chaque subvention est annuelle et renouvelable jusqu'à concurrence de trois ans. Le montant peut atteindre 8 000 \$.

Date limite : le 15 janvier 1987

Les personnes intéressées peuvent obtenir un formulaire de demande et des renseignements en s'adressant au :

Coordonnateur
Subventions à la recherche universitaire
Compagnie pétrolière Impériale Ltée
1111, av. St. Clair ouest
Toronto, Ont.
M5W 1K3
Tél. : (416) 968-4111

CONSEIL DE RECHERCHE EN SCIENCES HUMAINES DU CANADA

Programme	Date limite
-----------	-------------

- | | |
|--|--------------------------|
| • Bourses spéciales de maîtrise | 1 ^{er} décembre |
| • Subventions générales de recherche | 31 janvier |
| • Les études canadiennes : outils de recherche | 1 ^{er} février |

Pour renseignements, communiquer avec :
Conseil de recherche en sciences humaines du Canada
255, rue Albert
C.P. 1610
Ottawa, Ont.
K1P 6G4
Tél. : (613) 992-0682

FONDATION DU PRÊT D'HONNEUR

Bourses postdoctorales

Ces bourses s'adressent aux nouveaux docteurs intéressés à poursuivre des recherches dans des domaines particulièrement critiques du développement socio-économique du Québec.

Les candidats doivent posséder un doctorat depuis moins de trois ans et avoir obtenu au moins un diplôme dans une université québécoise au cours des huit années précédentes. Ils doivent être citoyens du pays.

Le montant des bourses est de 15 000 \$, payables en 12 versements mensuels. Dans certains cas, il peut y avoir renouvellement.

Date limite : le 1^{er} février 1987

Les demandes doivent parvenir au :
Comité des bourses postdoctorales
Fondation du prêt d'honneur
82, rue Sherbrooke ouest
Montréal, QC
H2X 1X3
Tél. : (514) 843-8851

FONDS DE LA RECHERCHE EN SANTÉ DU QUÉBEC

Programme	Date limite
• Subventions aux centres et instituts de recherche du réseau du MSSS	31 janvier
• Subvention à la formation d'équipes pluridisciplinaires de recherche en santé	15 janvier
• Mission de courte durée	1 ^{er} janvier

Pour renseignements, communiquer avec :
Fonds de la recherche en santé du Québec
550, rue Sherbrooke ouest, bureau 1950
Montréal, QC
H3A 1B9
Tél. : (514) 873-2114

ASSOCIATION CANADIENNE-FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Prix d'excellence pour étudiants diplômés

Les prix de l'ACFAS sont destinés à des étudiants de niveau universitaire qui ont complété leurs études de premier cycle entre septembre 1985 et septembre 1986 et qui ont été admis à suivre un programme d'études supérieures. Elles ont pour but de reconnaître l'excellence du dossier des lauréats pendant les études de premier cycle et d'encourager ainsi des étudiants prometteurs à s'intéresser aux carrières de recherche.

Les prix sont réservés à des étudiants du Canada français admis dans toute institution universitaire reconnue. Aucune discipline n'est exclue du champ d'attribution des prix. Les bourses, d'un montant de 1 000 \$ chacune, sont accordées annuellement à deux étudiants diplômés.

Date limite : 31 décembre 1986

Pour renseignements, contacter :
ACFAS
C.P. 6060
Montréal, QC
H3C 3J7
Tél. : (514) 342-1411

Vers un service d'excellence



Canlab

Matériel hospitalier
American du Canada inc.

Montréal
8655, chemin Delmeade
Ville Mont-Royal, QC H4T 1M3
Téléphone 514 731-9651

Québec
456, rue Marconi
Ste-Foy, QC G1N 4A8
Téléphone 418 688-8810

50 À suivre présente le calendrier des événements scientifiques des prochains mois. Les personnes, organismes ou associations intéressés à diffuser une information sont priés de contacter la rédaction d'INTERFACE.

NOVEMBRE 1986

Les 11 et 12 novembre, **9^e Symposium sur le traitement des eaux usées**, à Montréal.

Renseignements :
Association québécoise des techniques de l'eau
Tél. : (514) 337-4446

Du 11 au 14 novembre, **13^e Conférence annuelle sur les produits toxiques en milieu aquatique**, à Moncton.

Renseignements :
J.S.S. Lakshminarayana
Département de biologie
Université de Moncton
Tél. : (506) 858-4323

Le 12 novembre, **Colloque sur l'amendement des sols**, à l'Institut de technologie agro-alimentaire de Saint-Hyacinthe.

Renseignements :
Harold Tremblay
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service des transferts technologiques
2700, rue Einstein
Sainte-Foy, QC
G1X 3W8
Tél. : (418) 643-7994

Du 15 au 23 novembre, **La semaine des sciences**. Plusieurs établissements ouvriront leurs portes au grand public dans quatre régions du Québec : Montréal, Québec, Mauricie et Saguenay—Lac-Saint-Jean.

Renseignements :
Odette Lamarche
Directrice adjointe
La semaine des sciences
Tél. : (514) 252-3027

Le 18 novembre, **Conférence Hydro-Québec sur la cité informatique : Nouvelles technologies, espace de flux et centralité urbaine**, par Manuel Castells, professeur à l'Université de Californie à Berkeley, à 18 h, à la Bibliothèque nationale, 1700, rue Saint-Denis, Montréal.

Le 19 novembre, **Conférence Hydro-Québec sur la cité informatique : Nouvelles technologies, espace de flux et centralité urbaine**, par Manuel Castells, professeur à l'Université de Californie à Berkeley, à 17h30, à l'Implanthéâtre, 2, rue Crémazie est, Québec.

Le 20 novembre, **Conférence sur les maux de dos chez les travailleurs : Diagnostic et traitement**, par Michel Dupuis de l'hôpital Notre-Dame, à 12 h 30 à l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST).

Renseignements :
Marjolaine Thibeault
Direction des communications, IRSST
505, boul. De Maisonneuve ouest
Montréal, QC
H3A 3C2
Tél. : (514) 288-1551, poste 205

Les 20 et 21 novembre, **Colloque du Groupe de recherche en éthique médicale**, à l'Université Laval, à Québec.

Renseignements :
Michel Giroux
Faculté de philosophie
Tél. : (418) 656-3833

Du 21 au 23 novembre, **Écologie et urbanisme : pour un milieu urbain à la mesure de l'homme**, colloque organisé dans le cadre du 13^e Congrès annuel de l'Association des biologistes du Québec, à l'hôtel Loews Le Concorde, à Québec.

Renseignements :
Jacques Prescott
Coordonnateur du 13^e Congrès de l'ABQ
Tél. : (418) 622-0312

Du 21 au 23 novembre, **Congrès du Mouvement socialiste**, à l'Université Laval, à Québec.

Renseignements :
Raymond Laliberté
Faculté des sciences de l'éducation
Tél. : (418) 656-7572

Du 24 au 25 novembre, **Conférence canadienne sur l'innovation industrielle**, à l'hôtel Méridien, à Montréal.

Renseignements :
Tél. : (514) 340-4266

Le 25 novembre, **Conférence Hydro-Québec sur le grand plan de Paris : Lieux magiques et trames urbaines**, par Michel Cantal-Dupont, professeur à l'Université de Paris-X, à 18 h, à la Bibliothèque nationale, 1700, rue Saint-Denis, Montréal.

Le 26 novembre, **Conférence Hydro-Québec sur le grand plan de Paris : Lieux magiques et trames urbaines**, par Michel Cantal-Dupont, professeur à l'Université de Paris-X, à 17 h 30, à l'Implanthéâtre, 2, rue Crémazie est, Québec.

DÉCEMBRE 1986

Le 2 décembre, **Panel sur l'avenir du centre-ville de Montréal : Options et projets**, à 18 h, à la Bibliothèque nationale, 1700, rue Saint-Denis, Montréal.

Le 4 décembre, **Conférence sur les maux de dos en milieu hospitalier : Évaluation d'un programme de formation aux techniques de manutention**, par Marie Saint-Vincent, chercheure à l'IRSST, à 12 h 30, à l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST).

Renseignements :
Marjolaine Thibeault
Direction des communications, IRSST
505, boul. De Maisonneuve ouest
Montréal, QC
H3A 3C2
Tél. : (514) 288-1551, poste 205

Les 4 et 5 décembre, **2^e Conférence de biotechnologie industrielle du CNRC**, à l'hôtel Le Quatre Saisons, à Montréal.

Renseignements :
Huguette Lacoste
Bureau du service des conférences
Conseil national de recherches du Canada
Tél. : (613) 993-9009

Le 11 décembre, **Conférence sur les orientations 1987 de l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec**, à 12 h 30 à l'Institut de Montréal.

Renseignements :
Marjolaine Thibeault
Direction des communications, IRSST
505, boul. De Maisonneuve ouest
Montréal, QC
H3A 3C2
Tél. : (514) 288-1551, poste 205

Du 17 au 19 décembre, **SPOT 1 : premiers résultats en vol**, colloque organisé par le Centre national d'études spatiales et la société SPOT Image, à Toulouse en France.

Renseignements :
Mad. A. Gigon
Tél. : 42.33.89.94

Sources présente des publications scientifiques d'expression française récemment parues. Les éditeurs sont priés de faire parvenir l'information pertinente à la rédaction d'INTERFACE.



TRAVAILLER COMME DES ROBOTS : ENQUÊTE AUPRÈS DES AUXILIAIRES DE SAISIE DE DONNÉES, par André Billette et Jacques Piché, Presses de l'Université du Québec, Québec, 1986, 116 pages, 9,95 \$, ISBN 2-7605-0389-5.

TRAVAILLER COMME DES ROBOTS : ENQUÊTE AUPRÈS DES AUXILIAIRES DE SAISIE DE DONNÉES

Cette enquête, de nature exploratoire, vise principalement à faire une évaluation de l'impact d'un mode d'organisation du travail — fortement taylorisé — sur les auxiliaires de saisie de données, sur leur santé et leur satisfaction. L'étude comprend deux types spécifiques d'analyse : une analyse descriptive et une analyse multivariée. L'analyse descriptive compare les problèmes de santé de deux groupes d'auxiliaires de saisie de données (permanentes et occasionnelles) avec des groupes de répondantes, peu importe la nature de leur emploi. L'analyse multivariée tente d'expliquer les relations entre ces problèmes de santé et les contraintes organisationnelles auxquelles sont soumises les auxiliaires de saisie de données.

La population étudiée se compose de deux groupes d'auxiliaires travaillant au sein de la fonction publique québécoise : auxiliaires permanentes et auxiliaires occasionnelles. Afin de comparer la population étudiée avec les groupes de référence, les auteurs, André Billette et Jacques Piché, ont eu recours aux données d'enquêtes récentes pour le choix des indicateurs de mesure, des groupes de référence et de l'outil de cueillette de données (le questionnaire). La technique d'auto-administration du questionnaire avec suivi téléphonique diffère des techniques traditionnelles d'envoi et de retour par la poste, et assure un taux de réponses plus élevé.

Les résultats du premier type d'analyse confirment les thèses de la documentation classique et

moderne sur les modes rigides d'organisation du travail, soit une prévalence élevée des problèmes de santé chez les auxiliaires de saisie de données. D'après les résultats de cette enquête, on constate que les auxiliaires permanentes présentent davantage de problèmes de santé que les auxiliaires occasionnelles et que tous les autres groupes de travailleuses.

Les résultats du deuxième type d'analyse démontrent que la surcharge de travail et le caractère routinier et monotone de la saisie de données constituent les deux principaux facteurs déterminant les malaises de santé éprouvés par les auxiliaires. Le climat de travail exerce également un effet délétère sur leur santé, mais plus difficile à cerner. Cette recherche conclut que la charge de travail représente le principal facteur explicatif des problèmes de santé alors que certaines recherches antérieures rejetaient la monotonie du travail comme facteur de risque de premier plan.

Ce livre constitue une contribution importante à la compréhension des effets, sur l'individu et sa santé, d'un mode rigide d'organisation du travail. Il suggère des recommandations pertinentes relatives à la gestion des pools de saisie informatique de données. Les auteurs exposent clairement les limites associées à la conduite de leur enquête et interprètent avec prudence les résultats de leur recherche. Une vulgarisation plus grande des outils statistiques utilisés et une discussion qualitative plus détaillée des résultats obtenus en faciliteraient la compréhension.

Micheline Garand

Assistante de recherche

École des Hautes études commerciales

51

VOICI

CANBIOCON'87

La première conférence et exposition d'importance au Canada en BIOTECHNOLOGIE.

Dates: 1er et 2 avril 1987

Endroit: Le Palais des Congrès Montréal

BCI

BIOTECH CANADA INC.

100 Alexis-Nihon, suite 875, Montréal, Qc, H4M 2P4 (514) 738-1826

Afin de recevoir une documentation complète veuillez remplir le coupon ci-dessous et l'expédier à:

Conférences

Espace d'exposition

Nom _____

Dept _____

Compagnie _____

Adresse _____

Ville _____

Province _____

Code postal _____

M.A. ALI M.A. KLYNE
**LA VISION
 CHEZ LES VERTÉBRÉS**



LA VISION CHEZ LES VERTÉBRÉS, par Mohammed Ather Ali et Mary Ann Klyne, Décarie Éditeur, Montréal et Masson, Paris, 1986, 266 pages, 28,50 \$, ISBN 2-891-37029-5 (Montréal) et 2-225-80858-9 (Paris).

LA VISION CHEZ LES VERTÉBRÉS

Le livre d'Ali et Klyne est composé de 13 chapitres qui abordent le phénomène perceptuel depuis la structure de l'œil jusqu'à l'intégration corticale. Cet ouvrage est en quelque sorte un manuel de base qui présente l'essentiel sur chacun des aspects de la perception visuelle et qui s'adresse surtout à des étudiants de premier cycle (en biologie, en psychologie, etc.). Le reproche qui, de prime abord, pourrait être fait à l'ouvrage est son manque de profondeur. Cependant, les auteurs indiquent eux-mêmes dans leur préface que le but de leur travail était d'effectuer « un survol de la vision des vertébrés de façon concise ». Ce but a été atteint. Les chapitres sont bien présentés et rédigés dans un style clair, figures à l'appui.

Les différents chapitres peuvent être regroupés en deux parties. La première traite de l'organisation anatomo-fonctionnelle de l'organe visuel périphérique (chapitres 1 à 10, incluant deux chapitres sur les modes d'adaptation). Certaines lacunes méritent d'être soulignées : dans le chapitre 2 par exemple, le lecteur novice aurait pu tirer avantage d'une description succincte des méthodes d'enregistrement par micro-électrodes et de la notion de champ récepteur ainsi que d'illustrations de ces champs récepteurs rétinien. Les autres chapitres, très enrichissants, sont présentés de façon judicieuse. La deuxième partie concerne l'organisation nerveuse supérieure et les fonctions perceptuelles (par exemple l'intégration nerveuse, la vision des couleurs et les illusions visuelles).

Cette dernière partie paraît plus faible et aurait mérité une meilleure place. En fait, on n'y trouve qu'une brève description anatomique des différentes structures composant le système visuel des vertébrés. Les notions d'ordre physiologique sont presque inexistantes et il est dommage que l'on ne mentionne pas les travaux de Hubel et Wiesel sur l'organisation physiologique du système géniculostrié. En fait, le titre de l'ouvrage aurait dû être « L'œil des vertébrés ».

En conclusion, ce livre est à recommander à tous ceux qui veulent étudier et comprendre le fonctionnement de l'organe visuel des vertébrés. Il sera un outil précieux particulièrement pour les étudiants de premier cycle.

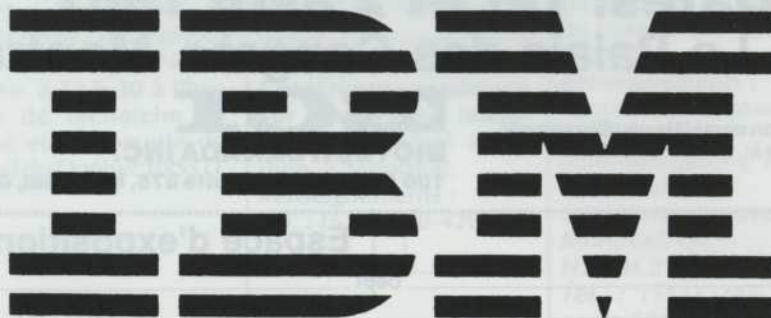
Maurice Ptito

Professeur titulaire

Directeur du Groupe de recherche

en neuropsychologie expérimentale

Université du Québec à Trois-Rivières



Chercheurs recherchés est gratuitement mis à la disposition de tout organisme ou compagnie qui offre un poste rattaché à la recherche ou à l'enseignement supérieur. Prière de contacter la rédaction d'INTERFACE.

Conformément aux exigences prescrites en matière d'immigration au Canada, la priorité sera accordée, pour ces emplois, aux citoyens canadiens et aux résidents permanents.

UNIVERSITÉ LAVAL École de pharmacie

Stagiaires postdoctoraux (2 postes)

Dans le cadre de son programme de recherche en **chimio-prévention du cancer**, l'École de pharmacie de l'Université Laval est à la recherche de deux chercheurs postdoctoraux.

Fonctions : Étudier le métabolisme des dérivés n-nitrosés de la nicotine par les tissus fœtaux. Les modes de liaison de ces agents à l'ADN placentaire animal et humain seront comparés. Les candidats étudieront la modification des voies métaboliques par les constituants alimentaires.

Ils s'intéresseront aux dangers associés avec le transfert placentaire des substances toxiques du tabac.

Exigences : Les candidats devront détenir un doctorat en biochimie.

Date limite : 1^{er} janvier 1987. Le salaire est à discuter.

Les personnes intéressées à ces postes sont priées de faire parvenir leur curriculum vitae à :

André Castonguay
École de pharmacie
Pavillon Vachon
Université Laval
Sainte-Foy, QC
G1K 7P4
Tél. : (418) 656-3182
3211

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

Faculté de médecine dentaire

Chercheur (plein temps)

La Faculté de médecine dentaire a besoin d'un chercheur en **biochimie** ou en **biologie moléculaire**; il se joindra à un groupe multidisciplinaire.

Exigences : PhD en biochimie ou en biologie moléculaire; connaissance ou désir d'apprendre la langue française pour la parler couramment et éventuellement participer à l'enseignement de la biochimie.

Entrée en fonction : le 1^{er} juin 1987.

Date limite de réception des candidatures : le 1^{er} février 1987.

Les candidats doivent acheminer leur curriculum vitae et trois lettres de recommandation à :

James Percy Lund
Adjoint au doyen à la recherche
Faculté de médecine dentaire
Université de Montréal
C.P. 6128, Succ. A
Montréal, QC
H3C 3J7

INTERFACE est une revue multidisciplinaire bimestrielle éditée par l'ACFAS pour les membres de la communauté scientifique. Elle contient des articles de recherche de même que des interviews, des opinions et des informations générales sur la recherche et les chercheurs. Il n'est pas nécessaire d'être membre de l'ACFAS pour y contribuer. L'été (numéro de juillet-août), un bottin des chercheurs regroupant les noms des membres de l'ACFAS, les institutions et les organismes de recherche est publié.

Les articles de fond doivent être des bilans chargés de diffuser l'état des recherches dans un domaine particulier. Tout texte est systématiquement soumis à deux arbitres, trois en cas de litige. Sa clarté et son accessibilité constituent également des critères d'acceptation. Le sujet doit être introduit de façon à faire ressortir l'importance et l'intérêt des travaux effectués, comme leurs implications sociales, économiques et politiques. Il est opportun de situer la recherche par rapport aux autres travaux scientifiques et d'indiquer, le cas échéant, les limites atteintes et les développements possibles.

La chronique **Modem** est ouverte à ceux et celles qui veulent commenter respectivement les affaires de politiques scientifiques et les questions de fond touchant la recherche.

La chronique **100°C** est une tribune largement ouverte aux étudiants diplômés qui désirent communiquer leurs expériences ou préoccupations.

L'**Éditorial** est généralement rédigé sur invitation à partir des préoccupations du comité exécutif de l'ACFAS. Il ne représente pas nécessairement la position de l'Association. Toute personne peut toutefois proposer un projet d'éditorial.

L'interview **Face à Face**, la revue des livres **Sources**, les capsules d'information **Science Inter** et les chroniques **Gros Plan**, **Intermonde** et **Transferts** sont du ressort de l'équipe d'INTERFACE.

Les lettres des lecteurs sont publiées dans **Interligne** avec les réserves de circonstance touchant les propos diffamatoires ou non fondés.

Enfin, les chroniques **Subventions et bourses**, **À suivre** et **Chercheurs recherchés** sont ouvertes à toute personne ou organisme désireux de rejoindre la communauté scientifique.

Pour obtenir les normes de rédaction, prière de contacter :

Sophie Malavoy
ACFAS
Tél. : (514) 342-1411

NOS PUBLICITÉS VOUS INTÉRESSENT!

Vous pourrez désormais obtenir des informations sur tous les produits ou organismes annoncés dans **INTERFACE** en remplissant la carte d'information sur nos annonceurs incluse à la fin de chaque numéro.

INTERFACE PEUT VOUS AIDER... À TROUVER.



FAITES LE PLEIN DE CONNAISSANCES!

Les revues québécoises d'information scientifique: un carburant essentiel!



1 Québec Science, le magazine sans frontières, vous propose des articles accessibles et complets sur les problèmes cruciaux auxquels la science s'intéresse. Joignez les quelque 100 000 lecteurs qui font de Québec Science leur source privilégiée d'information scientifique. Un an, 12 numéros, 25 \$. Deux ans, 44 \$.

2 Interface. De l'astronomie à la zoologie, Interface vous fait parcourir le pays de la recherche. Quels sont les travaux importants effectués au Québec et au Canada? Qui sont nos chercheurs? Pour le savoir, lisez Interface. Cinq numéros par année, plus le Bottin annuel de la recherche. Un an, 15 \$ (Étudiants: 7,50 \$, Institutions/Étranger: 30 \$).

3 Dimensions Science et Technologie, le magazine national de l'actualité scientifique. Chaque mois, 64 pages abondamment illustrées: inventions, innovations et découvertes du Québec, du Canada et du monde entier. Avec la collaboration de Fernand Seguin. Un an, 11 numéros, 24 \$; 2 ans: 39,95 \$.

4 Forêt Conservation, le magazine de la forêt, de l'environnement et des sciences naturelles. Tout ce qu'il faut savoir sur les aspects écologiques, économiques et sociaux de la forêt. Publié par l'Association forestière québécoise et les Clubs 4-H. Un an, 10 numéros, 25 \$ (inclut le membership à l'AFQ).

5 Franc Nord. Pour ceux qui aiment le Québec, la nature, le plein air ou qui sont préoccupés par la qualité de l'environnement. Franc Nord, la revue de l'Union québécoise pour la conservation de la nature, vous séduira par ses pages abondamment illustrées de photos couleurs et son style à la portée de tous! Un an, 4 nos: 12 \$. 2 ans, 22 \$.

6 Je me petit-débrouille. Expériences «scientifex», jeux, bandes dessinées, reportages et chroniques (astronomie, animaux, ordinateurs, etc.). Le magazine du Club des petits débrouillards est le rendez-vous des 7-14 ans qui veulent s'instruire en s'amusant. Un an, 11 numéros, 14 \$ (carte de membre incluse). Deux ans, 26 \$.

7 Vos adolescents n'aiment pas les sciences? Abonnez-les à **La Puce à l'oreille**, ils changeront d'avis! Musique, gadgets technologiques, vidéos, orientation scolaire, informatique, santé... ne sont que quelques-uns des thèmes abordés par ce magazine amusant, divertissant, dynamique, humoristique et... scientifique. Un an, 4 numéros, 10 \$; 2 ans, 18 \$.

Oui, je veux faire le plein! Veuillez m'abonner au(x) magazine(s) suivant(s):

- 1** Québec Science
2 Interface
3 Dimensions Science et Technologie
4 Forêt Conservation
5 Franc-Nord
6 Je me petit-débrouille
7 La puce à l'oreille

Votre commande sera traitée rapidement... et scientifiquement!

Nom _____

Adresse _____

Code postal _____ Tél.: _____

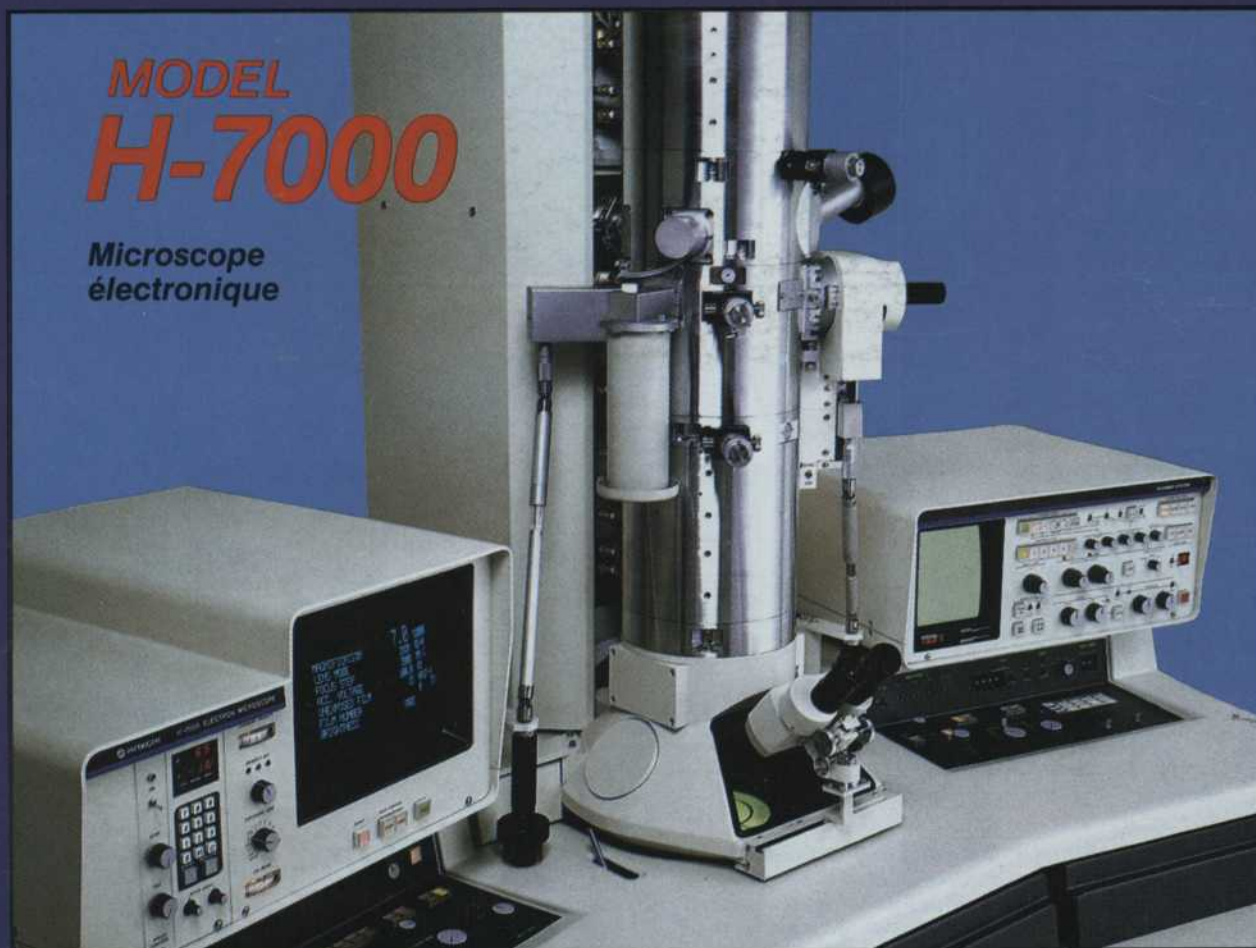
Ci-joint un chèque de _____ à l'ordre du: **Service Hebdo-Science**
 2730, Côte Sainte-Catherine
 Montréal (Québec)
 H3T 1B7

IF 86



HITACHI

SCIENTIFIC INSTRUMENTS



**MODEL
H-7000**

**Microscope
électronique**

LA MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE NOUVELLE GÉNÉRATION

- 125 kV
- Résolution & contraste d'image élevés
- Système d'éclairage à faible dosage
- Système vidéo intégré
- Rotation de l'image commandée par l'opérateur
- Conception nouvelle de la technologie du vide



Nissei Sangyo Canada Inc.,

89 Galaxy Blvd., Suite 14, Rexdale
Ontario M9W 6A4, Canada Tel: (416) 675-5860