

DÉCOUVERTES

QUINZAINE
DES SCIENCES

LE DEVOIR, LES SAMEDI 16 ET DIMANCHE 17 OCTOBRE 1993



PHOTO JACQUES NADEAU

LA SCIENCE AU QUÉBEC

UNE GRANDE AVENTURE À POURSUIVRE

*Un pied de nez
à la Grande Noirceur*

MARTINE TURENNE

L'histoire de la science au Québec est exempte des âpres luttes qu'ont dû livrer d'autres secteurs de la connaissance humaine: point de retard historique, de repliement autarcique, d'isolationnisme, d'autosuffisance idéologique. Le Québec scientifique n'a jamais, en fait, connu de phénomène qui ressemble, de près ou de loin, à la Grande Noirceur, qui a frappé les «humanités», les lettres ou les arts. «Ceux qui disent le contraire nagent en pleine mythologie», dit Yves Gingras.

Professeur d'histoire à l'UQAM, Yves Gingras est probablement l'un des plus grands spécialistes de l'évolution des sciences au Québec. Après un baccalauréat et une maîtrise en physique, il opte pour les sciences humaines, où il complète un doctorat en histoire des sciences. Il écrit deux livres sur la question: *Histoire des sciences au Québec* et

Les origines de la recherche scientifique au Canada. Il est professeur invité cette année à l'Institut d'histoire et de philosophie des sciences et des technologies de Toronto.

Le Québec scientifique, dit l'historien, a toujours été en contact avec les grands courants de ce siècle. Les jeunes Canadiens français ont étudié en Europe, bien sûr, mais surtout aux États-Unis, dont le frère Marie-Victorin percevait déjà, dès les années 20, le rôle de leader mondial de la science. Montréal n'est pas le Tombouctou nord-américain de la recherche, loin de là. «Ainsi, l'abbé belge George Lemaitre, découvreur du Big Bang en 1931, se rendait deux ans plus tard au congrès de l'ACFAS, à Montréal, souligne

Yves Gingras. Les scientifiques québécois étaient donc bien au fait des recherches les plus pointues et les plus avant-gardistes.»

Une date demeure centrale dans le processus de modernisation des sciences au Québec: 1920, qui marque l'ouverture simultanée de la faculté des sciences de l'Université de Montréal et de l'École supérieure de chimie, à l'Université Laval. «C'est la mise en place des institutions.»

Avant cela, très peu de scientifiques sont formés au Québec, hormis les médecins, qui ont leurs propres écoles depuis le milieu du XIX^e siècle. Les chercheurs, les découvreurs, sont essentiellement des membres du clergé, avec en tête le frère Marie-Victorin, botaniste réputé. Les toutes nouvelles facultés des sciences permettent donc de laïciser l'enseignement, diffusé par des étudiants revenus d'Europe ou des États-Unis. Ils seront de plus en plus nombreux à se rendre à l'étranger, bénéficiant dès les années 20 d'une bourse d'étude de 1200\$, somme très importante pour l'époque, appelée «Bourse d'Europe», mais qui servira surtout pour les États-Unis. C'est là que le frère Marie-Victorin encourage les jeunes à aller, et non plus en France.

L'année 1920, tient à préciser le professeur Gingras, est une date charnière pour les Canadiens français. Car l'Université McGill connaissait déjà à cette époque une renommée nord-américaine et attirait chez elle de nombreux professeurs célèbres, dont le Dr William Hosler, considéré à cette époque comme le plus grand chercheur en médecine au monde.

Le Québec scientifique a toujours été en contact avec les grands courants de ce siècle.

VOIR PAGE 2: GRANDE NOIRCEUR

*À l'aube de l'an 2000,
il faut consolider les acquis*

RAYMOND LEMIEUX

«La désaffection à l'égard des études en sciences, telle qu'on l'appréhende chez les jeunes, m'inquiète», affirme Louis Berlinguet, président du Conseil de la science et de la technologie. «On pourrait le payer cher car, à l'an 2000, ça va être les carrières scientifiques qui vont permettre au Québec de conserver ses compétences et de rester à la fine pointe du développement.»

L'analyse de Louis Berlinguet, chimiste de profession, ex-vice président de l'Université du Québec et ancien conseiller scientifique du Canada à Paris, part d'un constat simple: c'est le potentiel scientifique d'une société qui détermine son développement économique et qui en assure sa viabilité. Un potentiel qu'il faut, au minimum, maintenir.

Bien que le gouvernement du Québec alloue chaque année plus d'un demi-milliard de dollars au chapitre de la recherche et du développement, la recherche scientifique coûte de plus en plus cher. Comment alors une société, aux prises avec une récession, peut-elle consolider ses compétences? Comment peut-elle promettre aux futurs diplômés des emplois scientifiques?

Un coup de barre à donner

Dans son dernier Avis intitulé *Urgence technologique: pour un Québec audacieux, compétitif et prospère*, le Conseil identifie le développement d'une nouvelle culture scientifique, technologique et industrielle comme une des quatre priorités que Québec devrait adopter. Remis en avril

dernier à la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science, Lucienne Robillard, et au ministre de l'Industrie et de la Technologie, Gérald Tremblay, l'Avis du Conseil insiste également pour que soit accrue la capacité technologique des entreprises, pour que soit développée la «matière grise» et pour que soit redéfini le rôle du gouvernement en science et en technologie. «Sans un vigoureux coup de barre, donné de toute urgence, il est clair que le Québec aura dans l'avenir de plus en plus de difficulté à produire la richesse nécessaire pour maintenir et améliorer son niveau de vie», écrit-on d'entrée de jeu dans l'Avis.

«Il faut regarder le Québec dans dix ans, il y a des gros changements structurels qui sont en train de se produire, explique Louis Berlinguet. Les patrons d'entreprises devront, entre autres, réaliser que s'ils n'emboîtent pas le pas aux changements technologiques, ils courent à leur perte.»

Cela dit, pour Louis Berlinguet, le Québec a encore de nombreux atouts en main. «On a une infrastructure scientifique pas mal forte qu'on utilise à plein, mais il n'y a pas eu de politique gouvernementale qui nous permet aujourd'hui de savoir où on s'en va.»

L'Avis n'a pas encore conduit à une politique scientifique, ce qui peut actuellement faire défaut au Québec. Le dernier livre vert sur la question remonte déjà à 1979. C'était avant les premières manipulations génétiques, la découverte du sida, le début des travaux pour séquencer le génome humain, la découverte d'un

«Si les patrons d'entreprises n'emboîtent pas le pas aux changements technologiques, ils courent à leur perte.»

VOIR PAGE 8: ACQUIS

COMMA

LE M FAIT TOUTE LA DIFFÉRENCE
COMPTABLE EN MANAGEMENT ACCRÉDITÉ

(514) 849-1155 • 1 800 263-5390

715, square Victoria, 3^e étage, Montréal (Québec) H2Y 2H7

• DÉCOUVERTES •

GRANDE NOIRCEUR

Les institutions québécoises se comparent très avantageusement à la majorité des universités américaines

SUITE DE LA PAGE 1

autre monde, très peu accessible aux Canadiens français. L'Institution se développait indépendamment de la société montréalaise. Elle aurait pu être située n'importe où ailleurs, sur la planète Mars à la rigueur, ça aurait été du pareil au même. Les deux solitudes, ajoutées, se reflétaient de façon marquée dans les sciences.

Chez les francophones, la création toute récente des écoles scientifiques, lieux de rencontres et d'échanges entre jeunes chercheurs, pave la voie trois ans plus tard à la fondation de l'ACFAS, l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences. «Moment crucial», dit Yves Gingras, car c'est la première institution axée sur la recherche et la diffusion du savoir. Elle permet de promouvoir les carrières scientifiques chez les Canadiens français, plus portés vers la médecine, le droit ou le clergé.

Dès ses débuts, l'ACFAS en met plein la vue: séminaires, conférences, bourses aux étudiants. Elle s'avère incontournable. Et dix ans après sa fondation, l'Association tient son premier congrès. C'est un succès total: on y entend 165 communications, dont celle du célèbre abbé George Lemaitre, et des centaines de scientifiques y participent. «Une tradition commence.»

Les années 30 et 40 confirment la diversification de la science au Québec. À l'incontournable botanique s'ajoute la chimie, très en demande avec le développement des grandes industries, puis les mathématiques, et enfin la physique, sur lequel on fonde de grands espoirs. À partir des années 50, on voit apparaître la bio-médecine, fusion de la médecine et de la biologie.

L'entre-deux-guerres confirme l'éclosion de la science et la consolidation de ses bases. L'économie et la science sont désormais liées, et le frère Marie-Victorin clame bien haut que l'autonomie du Québec passe d'abord par la formation de scientifiques.

La science a de l'argent. L'ACFAS pousse Duplessis, dès son élection en 1936, à fonder le Conseil provincial de la recherche, qui octroiera les premières récompenses scientifiques de la communauté canadienne-française, le prix David pour les sciences. Le Conseil permet d'aller chercher des subventions, de donner des bourses aux étudiants. «Le premier mandat de Duplessis est généreux pour les chercheurs», dit Yves Gingras. Mais en pra-



Yves Gingras

tique, le développement scientifique se fait indépendamment du premier ministre, qui s'en préoccupe peu.

C'est aussi à cette époque que les scientifiques québécois sont plus nombreux à utiliser les généreuses subventions du Conseil national de la recherche du Canada, ancêtre du CNRS et du CRSNG, le Conseil de recherche en science naturelle et en génie.

L'organisme est créé en 1917, au lendemain de la Première Guerre mondiale. «Ce conflit fait comprendre aux États occidentaux que les scientifiques sont désormais essentiels pour gagner des guerres», dit Yves Gingras. Mais au début, et jusque dans les années trente, les Québécois sont très peu friands de ces subventions. En 1932, seulement 3% des subsides fédéraux vont dans les poches des chercheurs canadiens-français. Des polémiques éclatent, et quelques articles, dans LE DEVOIR notamment, incitent les scientifiques à aller chercher leur dû. «Cela donne des résultats et en 1945, 12% des bourses vont dans les labos québécois», souligne Yves Gingras. Aujourd'hui, le Québec reçoit 31% des subventions, ce qui est nettement supérieur au pourcentage de sa population.

Cette manne venue d'Ottawa explique l'ambivalence historique des chercheurs canadiens-français vis-à-vis du Québec et du Canada, constate Yves Gingras. «L'argent qui leur permet d'avancer provient majoritairement, depuis des décennies, du fédé-

ral. Ils sont très sceptiques qu'un gouvernement québécois indépendant leur donnera autant et pour cette raison, ils sont majoritairement fédéralistes.»

Les années 50 confirment la croissance exponentielle de la science. C'est la révolution tranquille des sciences au Québec, dix ans avant l'autre, celle qui ébranlera les fondements socio-politiques québécois. «Dans les années 50, explique l'historien, plus encore qu'après la Première Guerre mondiale, la science et la technologie, désormais interreliées, deviennent primordiales dans tous les pays occidentaux.» C'est d'ailleurs à cette époque que les États-Unis créent leur Fonds national pour la recherche scientifique.

La perception de la science dans la société canadienne-française, sous la gouverne d'un Duplessis fin de carrière, est ambivalente. Il y a dans les journaux, à la radio, beaucoup d'informations scientifiques. «Les gens ne sont pas déconnectés», dit Gingras. Parallèlement à un certain engouement, il y a des résistances et un combat acharné se livre au niveau de l'éducation. «Le premier rôle des collèges classiques, qui éduquaient l'élite québécoise, était de former des curés», dit Yves Gingras. La moitié des élèves se dirigeaient vers la prêtrise. Ce n'était donc pas un environnement très favorable aux sciences.» L'ACFAS se bat à cette époque pour imposer plus d'enseignement des sciences dans les collèges. Mais ce n'est pas du côté des collèges classiques, plus portés vers les dissertations gréco-latines, que se formera la relève: elle sera issue des écoles de frères, beaucoup plus réceptifs. «Les institutions des Frères des Ecoles chrétiennes, considérées comme une coche en-dessous des collèges classiques, diffusent cet enseignement. Le Mont-Saint-Louis devient le lieu de recrutement privilégié de l'École polytechnique.» Le clergé, ajoute Yves Gingras, n'est donc pas monolithique et le débat pro et anti-science restera très polarisé jusqu'à la fin des années 50.

Dans les années 1960, la Commission Parent cautionne le dévoilement de la connaissance scientifique et toujours plus d'argent y sera investi. On assiste à l'émergence d'une véritable politique scientifique. «C'est le mot clé des années 60», dit Yves Gingras. L'ACFAS fait de multiples conférences sur ce thème. Pour l'État, cet énoncé de politique lui permet de rationaliser sa manière de gérer ses fonds alloués à la science,

d'indiquer où sont ses priorités.»

Dans les années 70, puis 80, on assiste à la multiplication des fonds de recherche, conseils, centres ultra-spécialisés, etc. Au Québec, on crée un ministère de la Science, qui deviendra par la suite le ministère de la Science et de la Technologie, puis, aujourd'hui, celui de la Technologie et de l'Industrie. «La science, quant à elle, est retournée à l'université. Elle fait désormais partie du ministère de l'Enseignement supérieur.» Cheminement révélateur de l'évolution des rapports entre la science, la technologie et l'économie, constate Gingras. «Quand on s'est intéressé à l'apport de la science au plan économique, on l'a aussitôt associée à la technologie, puis à l'industrie. Là, elle effectue un retour vers la recherche. Il y a eu scission.»

Cette coupure est positive, dit Yves Gingras. «Associer la technologie avec l'industrie permet de faire de la recherche fondamentale hors-industrie dans les universités.» On y tient alors, ajoute-t-il, un autre discours que celui du «transfert des connaissances». «Les chercheurs peuvent travailler sans relations avec le concret.»

Les modes et les mots clés perdurent et marquent les décennies, ajoute Gingras. Nous sommes à l'ère des «matériaux nouveaux», après avoir nagé en pleine «biotechnologie». Les grappes technologiques, dit-il, sont le reflet de ces engouements momentanés. «Ce n'est pas un phénomène typique au Québec. Les pays occidentaux sont sous l'influence de l'OCDE, qui s'affirme comme le définisseur des grandes tendances planétaires et impose ces mots clés.» Le dernier dada est la «mondialisation», et un chercheur bénéficiera d'autant plus de subventions généreuses s'il évolue dans des «réseaux internationaux», aussi vides soient-ils.

La science au Québec, conclut le professeur Yves Gingras, se porte plutôt bien. Et si la tendance est aujourd'hui à la dévalorisation, McGill ou Laval n'étant ni Harvard, ni le MIT, il faut bien admettre que les institutions québécoises se comparent très avantageusement à la très grande majorité des universités américaines. «Pour un petit pays, avec une population si peu dense, on se doit de reconnaître que nous avons d'excellents chercheurs.» Le Québec scientifique n'aura jamais eu, ajoute-t-il, à effectuer d'impressionnants rattrapages historiques.

Quinzaine des sciences

Les scientifiques, ces acrobates du savoir

RAYMOND LEMIEUX

L'artiste du cirque aurait-il des points communs avec le savant dans son laboratoire? «Oui, pense Jan-Rok Achard, directeur de l'École nationale de cirque de Montréal. Les deux font de la recherche avec détermination et persévérance; les deux mettent à l'épreuve leurs talents et leurs connaissances.»

Comme quoi, l'École de cirque était l'endroit tout désigné pour procéder au lancement, le 5 octobre dernier, de la Quinzaine des sciences dont le thème est, cette année, le corps humain. «On invite les gens à explorer et à comprendre toutes les sortes d'équilibres et de déséquilibres du corps humain», explique Patrick Beaudin, directeur de la Société pour la promotion de la science et de la technologie. Les voltiges des gymnastes, présentées pour l'occasion, étaient d'autant admirées. «Avez-vous remarqué comment ils utilisent leurs articulations astralogo-calcéennes postérieures et antérieures», signale-t-il d'un humour bien préparé.

Événement de vulgarisation scientifique unique au pays, la Quinzaine des sciences, dont la coordination est assurée par la Société, est à sa 13^{ème} édition. En tout, 300 activités proposées par les cégeps, les musées, les universités, les entreprises, les centres de recherches d'à peu près tout le Québec sont au programme. Les organisateurs y attendent près de 400 000 personnes.

L'événement de la Quinzaine vise à faciliter le contact entre la population et les acrobates du savoir et à réfléchir sur le rôle et les impacts de la science sur la société. La Quinzaine est, en outre, tout désignée pour découvrir les ressources scientifiques

qui caractérisent les régions. La promotion de la science? André-Roch Lecours, président d'honneur de la Quinzaine des sciences, s'en fait une mission qui n'a rien d'un sacrifice. «Il faut simplement rappeler aux jeunes que l'acquisition du savoir appartient au domaine du plaisir. La plupart de ceux qui travaillent en science gagnent leur vie sans s'ennuyer. La stimulation intellectuelle est constante, puis l'imagination et l'initiative sont encouragées», souligne-t-il.

Entre autres événements, l'Université de Montréal propose une visite au cœur du cerveau lors d'une journée «portes ouvertes» le 24 octobre prochain. On pourra en profiter pour, notamment, démystifier les passions et comprendre les différences entre le cerveau féminin et le cerveau

masculin. Au cégep Ahuntsic, du 14 au 29 octobre, on pourra assister à une démonstration de culture *in vitro* de peau humaine. Le cégep Vanier suggère, le 20 octobre, une conférence sur la valeur thérapeutique du rire. L'Institut de technologie agroalimentaire de Saint-Hyacinthe organise, le 15 octobre, des dégustations pour démontrer comment les biotechnologies permettent de produire des colorants et des arômes alimentaires naturels. Un groupe d'étudiants de l'école secondaire Vaudreuil réaliseront, le 18 octobre des expériences de simulations spatiales dans une... piscine. Aussi, le Complexe Desjardins présente «Science en tête», une exposition qui initiera les néophytes à la chimie, la biologie, la physique, l'informatique et aux mathématiques.

On peut se procurer le programme de la Quinzaine des sciences en communiquant avec la Société pour la promotion de la science et de la technologie au (514) 873-1544.

QUINZAINE DES SCIENCES

LA SEMAINE NATIONALE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

DU 15 AU 24 OCTOBRE 1993



Viens voir les mille et une façons dont les sciences et la technologie changent notre mode de vie.

Pars à la découverte d'un vaste monde qui s'ouvre à toi et des défis que relèveront les ingénieurs et scientifiques de demain.

Depuis l'exploration en profondeur de nos océans jusqu'aux limites insoupçonnées de l'espace - fais-en ton aventure!

Viens célébrer avec nous les exploits canadiens et découvre dès aujourd'hui le monde qui t'attend demain.

SCIENCES ET TECHNOLOGIE

FAIS-EN TON AVENTURE

La Semaine nationale des sciences et de la technologie résulte de l'effort concerté du Gouvernement du Canada, des gouvernements provinciaux et territoriaux, conjointement avec le secteur privé, les sociétés scientifiques et de génie, les établissements d'enseignement et les centres scientifiques.



Industrie et Sciences Canada / Industry and Science Canada

Canada

Commandité par:



DÉCOUVERTES

Pourquoi travailler en science au Québec?

Le Québec demeure un terrain propice pour la recherche scientifique. C'est du moins l'avis des quelques chercheurs — et non les moindres — que nous avons interviewés. Ils nous ont révélé les motifs qui les ont amenés à faire le pari de la science au Québec. Nous leur avons aussi demandé si le pays de Fernand Seguin, Marie-Victorin, Hans Selye, Armand Frappier et Léon Provancher était encore dans le coup en matière de recherche scientifique par rapport à ce qui se fait ailleurs dans le monde. Voici leurs réponses.

PROPOS RECUEILLIS PAR
RAYMOND LEMIEUX ET MARTINE TURENNE

RENATO DE MORI

Directeur du département d'informatique de l'Université McGill et directeur de la recherche au Centre de recherche informatique de Montréal

«J'ai choisi de travailler au Québec il y a 11 ans. J'avais une chaire en Italie. Ça va vous sembler naïf — mais ça arrive souvent aux scientifiques



ailleurs. Même chose du côté de l'environnement, où nous avons une longueur d'avance.

Le gouvernement laisse une certaine liberté aux chercheurs et je suis d'accord avec ça. J'ai tendance à ne pas trop «orienter» les fonds alloués aux universitaires. Ainsi, personne n'aurait pensé il y a quelques années que ça vaudrait la peine d'investir en ergonomie et pourtant, c'est devenu l'une de nos principales forces.

Cela dit, il doit y avoir un équilibre entre les deux tendances, celle plus restrictive, plus «dirigiste», et l'autre, qui offre une liberté complète à la fois dans les sujets et les approches des chercheurs.»

PIERRE DESLONGCHAMPS

Récipiendaire de la médaille d'or en sciences naturelles et en génie du Canada, cette année. Ce chimiste reçoit quantité d'offres d'emploi des Américains. Il poursuit ses travaux à l'Université de Sherbrooke.

«Pourquoi j'irais faire de la recherche aux États-Unis quand je peux faire ici à peu près tout ce que je veux? Pour moi, c'est un beau défi de faire des recherches au Québec. Il y a toute une satisfaction de travailler dans son pays. Reste que les jeunes chercheurs doivent tout de même aller à l'étranger pour y faire des études post-doctorales. C'est



d'être naïfs — je voulais venir en Amérique du Nord pour faire de la recherche en informatique selon les critères de qualité américains. Toutefois, en comparaison avec les États-Unis, le Canada me semblait un pays plus neutre, la recherche scientifique n'y était pas trop influencée par l'armée, ni motivée par des grandes stratégies économiques ou coloniales. A cette époque, c'était encore la guerre froide. De plus, ça va vous faire rire, j'ai choisi le Québec parce que je voulais travailler en anglais et apprendre à parler français. En informatique, la langue c'est l'anglais.

«Si une entreprise comme Microsoft vient recruter au campus de mon université, ça signifie que nous sommes bien cotés. Le problème? Il n'est pas dans les universités, mais dans l'industrie. En effet, elle ne se rend pas parfaitement compte des opportunités qu'elle a en informatique compte tenu des compétences que nous formons.

KAREN MESSING

Professeure en biologie à l'UQAM depuis 1976, après un doctorat en génétique à l'Université McGill. Elle est chercheuse au Centre d'étude des interactions entre la santé et l'environnement de l'UQAM (CINBIOSE), et ex-membre du conseil d'administration de la Maison des sciences et des techniques.

«Je suis Américaine, et c'est donc par choix que je fais carrière au Québec. Quand je suis arrivée ici, après une maîtrise à Harvard, j'ai découvert un climat politique favorable au type de recherche que je voulais entreprendre. À l'UQAM, notamment,



j'ai la possibilité d'être en contact permanent avec de nombreux groupes communautaires qui y ont leurs entrées. Ces conditions ne se retrouvent nulle part ailleurs dans le monde. C'est unique.

Le Québec est tout à fait dans le coup en matière de recherche scientifique, notamment dans des domaines comme les études féministes. Nous avons la chance d'être au confluent de deux tendances bien distinctes, l'euro-pennne et l'américaine, et cela se reflète dans notre approche scientifique. Elle se situe quelque part entre l'approche qualitative et la quantitative, puisant le meilleur des deux.

Cette dualité se retrouve dans plusieurs secteurs, dont l'ergonomie: nous n'en sommes qu'au début des recherches, certes, mais ce qui se développe ici est vraiment très intéressant par rapport à ce qui se fait

ailleurs. Même chose du côté de l'environnement, où nous avons une longueur d'avance.

dans la coutume en science d'aller chercher un complément de formation à l'étranger. Autrement, les conditions pour qu'un jeune chercheur puisse faire carrière au Québec sont réunies.

«Le Québec est tout à fait dans le coup en matière de recherche scientifique. En science, les jeunes Québécois sont très bien formés. Même si les fonds de recherche diminuent, le niveau d'excellence tend, selon moi, à augmenter.

MOHAMMED EL-SABH

Directeur du département d'océanographie à l'Université du Québec à Rimouski. Il est un des pionniers de la recherche touchant l'estuaire du Saint-Laurent.

«J'ai été le premier à faire un doctorat en océanographie au Québec. Pour moi, il y avait un défi scientifique à relever dans le domaine: c'était l'étude de l'estuaire du Saint-Laurent. Un milieu pratiquement inconnu. C'est pour cela que je suis resté au Québec. Il faut dire aussi que j'ai eu des appuis suffisants pour poursuivre mes travaux.

«Quand j'ai commencé ma carrière en 1972, il y avait peu de chercheurs et beaucoup de fonds pour la recherche donc moins de compé-



tion; aujourd'hui, il y a beaucoup de chercheurs et peu de fonds donc une compétition plus dure. Dans ces conditions, il n'y a pas de place pour

faire autre chose que de la qualité. En océanographie, comme dans d'autres secteurs scientifiques tels que la physique, la chimie, la pharmacologie et l'environnement, le Québec a tout de même un certain leadership au sein des pays francophones. Il faut conserver ce leadership et diffuser davantage au niveau international les résultats de nos recherches. On ne peut pas rester au niveau de Rimouski, ni à celui du Québec.

RICHARD BOLTON

Directeur du Centre canadien de fusion magnétique à Varennes. Il s'agit là d'un des rares lieux où les chercheurs — ils sont une centaine — travaillent sur un même objet: un réacteur de fusion nucléaire. Cent trente millions de dollars y ont été investis depuis 1980.

«Pourquoi irait-on ailleurs pour faire des travaux sur la fusion? Il n'y a pas d'autres endroits au Canada où on en fait! En fait, chaque domaine scientifique a, au Québec, ses «particularités d'attraction». Entre autres, en biochimie et en électrochimie, on a certainement de quoi satisfaire notre passion de chercheur.

«Il doit exister des domaines épouvantablement pauvres, mais ce n'est pas notre cas. L'INRS, le gouvernement fédéral, Hydro Québec participent au financement de nos recherches. Le partenariat dans notre contexte, ça va de soi, mais quand

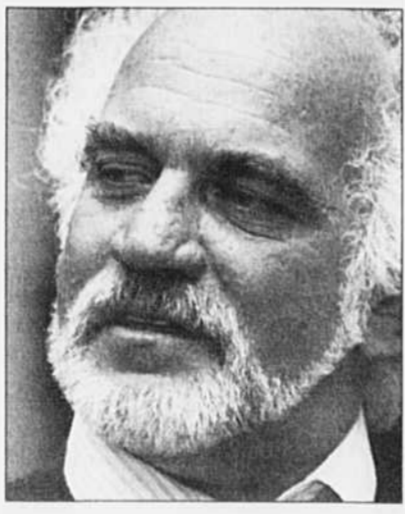


on a un bailleur de fonds, on doit évidemment fournir ce qu'il veut. Quand le gouvernement nous donne de l'argent, ce n'est pas parce qu'il nous aime mais parce qu'on contribue à sa visibilité sur la scène internationale. On peut remarquer qu'au Québec il y a actuellement une insistance sur la qualité de la recherche. C'est bien, il reste que c'est un couteau à double tranchant car on a tendance à mesurer cela par le nombre de textes publiés sans égard à la qualité de la revue dans laquelle c'est publié. De plus, cela ne démontre pas la pertinence de la recherche.

ANDRÉ ROCH LECOIRS

Neuropsychologue et directeur du Centre de recherches au Centre hospitalier Côte-des-neiges à Montréal. Il est aussi le président d'honneur de la Quinzaine des sciences, cette année.

«Notre centre de recherche est notamment reconnu pour ses travaux touchant la mémoire et ceux portant sur les hémisphères droit et



gauche. Le Québec a d'ailleurs une longue histoire en neurologie. Ceci l'a placé sur la carte assez rapidement. Des gens viennent, ici, faire de la science non seulement parce que nous sommes à la fine pointe des recherches en neurologie mais également à cause de notre réputation.

«Il faut travailler à consolider nos forces, notre réputation. Malheureusement, le montant total des subventions venant de Québec ou d'Ottawa a baissé. Malgré tout, on s'en tire: on va chercher de l'argent ailleurs. Une fondation américaine nous aide ainsi que le gouvernement... japonais.

MICHEL CHRÉTIEN

Directeur scientifique et chef de la direction de l'IRCM, l'Institut de recherches cliniques de Montréal. Il est aussi professeur titulaire en médecine à l'Université de Montréal et professeur invité en médecine expérimentale à l'Université McGill.



«Le Québec présente de multiples avantages pour un scientifique, et l'un d'eux est le niveau de ses chercheurs et la qualité de ses institutions. La communauté scientifique montréalaise bénéficie de la présence de l'Université McGill, reconnue depuis longtemps comme l'une des plus réputées en Amérique du Nord, et avec l'Université de Montréal, nous affichons la plus grosse concentration de chercheurs en biologie au Canada.

Il y a ici une dynamique évidente: le Québec va chercher chaque année 32% des subventions en recherche au Canada, ce qui est bien plus que le pourcentage de sa population.

Montréal est un genre de Boston canadien, surtout avec le retour massif des industries pharmaceutiques, dont 50% de tous les nouveaux investissements se font ici. Dans ce secteur, le Québec pourrait d'ailleurs devenir la Suisse d'Amérique du Nord.

Nous sommes aussi très forts dans le domaine des télécommunications, du transport, de la micro-informatique et de l'aérospatial.

Les gouvernements conçoivent désormais que la recherche est un investissement, et non pas une dépense, et que la science nous met dans une position de force par rapport aux autres. Et cela paraît dans les initiatives prises tant par Québec qu'Ottawa.

L'économie des années 2000, ce sont les technologies nouvelles. Comme la chimie a été un moteur au début du siècle. Et investir dans cette voie va nous garder parmi les sept plus grands pays du monde.»

FERNAND LABRIE

Directeur du Centre de recherche du CHUL, le Centre hospitalier de l'Université Laval, et président du Fonds de recherche en santé publique. Il dirige aussi le département de physique de l'Université Laval.

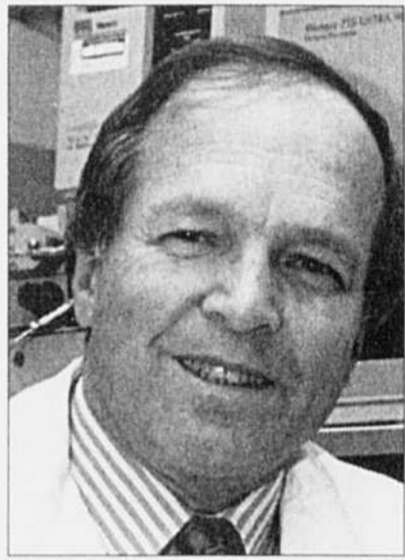
«J'ai la responsabilité de faire profiter de mes connaissances à l'en-

semble des Québécois. J'ai une fierté, une responsabilité vis-à-vis du Québec.

Ici, ce n'est pas l'idéal, surtout si on se compare aux États-Unis, mais le niveau s'améliore sans arrêt. Il y a un support du gouvernement, notamment avec le Fonds de recherche en santé du Québec. On peut donc s'y épanouir comme chercheur.

Et puis la question des distances, qui aurait pu nous releguer en périphérie, n'existe plus: le fax, le modem, le téléphone ou simplement l'existence de multiples congrès ont rendu caduque ce genre de facteurs.

Pour que le Québec demeure dans le coup, il faudrait faire plus, notamment du côté du gouvernement, qui doit reconnaître que la base de notre économie



repose sur les découvertes que l'on fera.

Des pays comme la Suisse, la Suède, le Japon ou l'Allemagne investissent 100% de plus que nous dans la recherche. Je crois que ce qui ne nous a pas incités à faire plus, c'est la proximité des États-Unis: les Canadiens et les Québécois bénéficiaient aussitôt des retombées des recherches faites là-bas. Mais ce moment, avec la globalisation, c'est du chacun pour soi.

C'est très pointue, la recherche. Il y a des domaines où on excelle vraiment, où on est très compétitif, comme la recherche biomédicale et clinique. On le voit dans l'impact qu'obtiennent nos publications.

Ceci dit, ça devrait être meilleur. La richesse du Québec se définira par sa faculté d'exporter ses produits et pour le faire, il faut découvrir. C'est ce qui assurera notre qualité de vie future.»

CHRISTIAN ROY

Ingénieur et professeur titulaire au département de génie chimique de l'Université Laval. Il est aussi président du Comité permanent sur l'environnement de l'Ordre des ingénieurs du Québec, qu'il a mis sur pied en 1991.

Il est de plus président de deux sociétés spécialisées en recherche et développement.

«Il y a beaucoup de raisons pour retenir un chercheur ici, notamment si ce dernier fait carrière du côté du privé: le Québec est devenu le paradis des crédits d'impôts. Avec les nouvelles dispositions, tant fédérales que provinciales, jusqu'à 92% de la masse salariale investie par une société dans la recherche est remboursée par l'impôt. C'est un encouragement très net à la recherche et au développement.

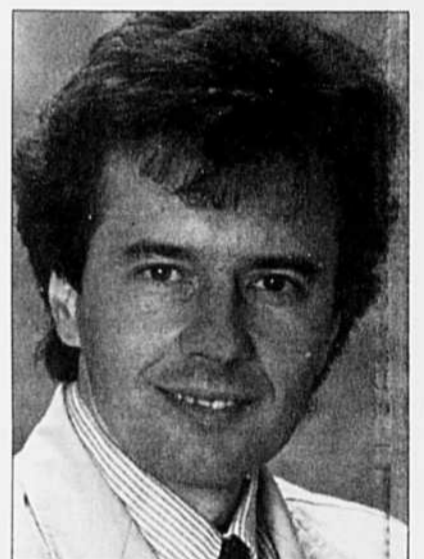
Je parle beaucoup de fiscalité mais bon, un chercheur a beau avoir les meilleurs idées du monde, ça prendra toujours de l'argent.

Ces mesures ont fait en sorte que le Québec est devenu, par exemple, un leader dans la recherche en environnement: des Italiens, des Américains ou des Français viennent chercher notre expertise sur les déchets de voitures, les sols contaminés ou les vieux pneus.

Nous avons aussi une bonne avance en biotechnologie et en pharmacie, où il y a de bons efforts de regroupement, et en médecine, en robotique. Par rapport à notre population, je suis toujours étonné de la qualité de nos chercheurs.

Il faut cependant faire attention de ne pas mettre tous nos œufs dans le même panier: la technologie va trop vite, on peut se tromper et vite devenir dépassé.

Par ailleurs, je suis sceptique sur certains choix qui ont été faits. On mise beaucoup sur le secteur de l'aérospatial. C'est bien beau pour épater la galerie, mais il faut en mesurer les retombées



technologiques réelles. Je crois que c'est un dossier d'abord politique.

Du côté de l'environnement, les retombées sont cependant claires: on parle d'un marché potentiel de 100 milliards\$ par année en Amérique du Nord. Nous ne sommes présentement qu'à 12 milliards\$. Le Québec peut donc aller chercher beaucoup plus.»

La recherche, pour mieux comprendre

Les lésions attribuables au travail répétitif (LATR) sont une partie de plus en plus importante des accidents et maladies du travail au Québec.

Les études de l'Institut aident les entreprises à identifier ces éléments, à prévenir l'apparition des problèmes et à apporter des correctifs efficaces.

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec s'intéresse de près au sujet, qui touche certains secteurs plus que d'autres — notamment les secteurs manufacturier et agro-alimentaire. Les LATR sont en fait un groupe d'atteintes touchant les tendons et les muscles du poignet, du coude, de l'épaule et de la nuque. Leur point commun? L'usage intensif des articulations.

Ces recherches s'inscrivent dans les quelque 130 menées ou financées simultanément par l'Institut pour contribuer à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels — et à la réduction des coûts humains, sociaux et économiques qui découlent des accidents et des maladies du travail.

Après tout, pour agir, il faut d'abord comprendre.

Outre la répétition du mouvement, on sait aujourd'hui que la posture, l'effort et la durée nécessaires à l'exécution d'une tâche sont des facteurs-clés dans l'apparition des LATR.

Si vous désirez être informé(e) des recherches menées ou financées par l'Institut, abonnez-vous gratuitement au périodique L'IRSSST, en remplissant ce coupon et en nous le retournant par la poste ou par télécopieur.

NOM _____

FONCTION _____

COMPAGNIE OU ORGANISME _____

ADRESSE _____

VILLE _____

PROVINCE _____ CODE POSTAL _____

TELEPHONE (_____) _____ TÉLÉCOPIEUR (_____) _____

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

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

LE DEVOIR 10-93

• DÉCOUVERTES •

Les mille visages de la mémoire

1990 - 2000 La décennie du cerveau

BRUNO DUBUC

Comparé à l'astronomie ou à la physique, la biologie est une science relativement jeune qui n'a fait ses véritables premiers pas qu'au siècle dernier. Et à l'intérieur même de la biologie, force est d'admettre que les neurosciences, c'est-à-dire l'ensemble des disciplines qui cherchent à comprendre le fonctionnement du cerveau, font office de cadet de la famille. Mais pourquoi cela? Le cerveau n'a-t-il pas de tout temps intrigué et fasciné l'être humain? Évidemment. Mais ce qu'on oublie trop souvent, c'est que le cerveau humain demeure, et de loin, l'objet le plus complexe de tout l'univers connu. Voilà la cause de la courte histoire des neurosciences: son objet d'étude est terriblement compliqué, très difficilement accessible, et expérimenter sur lui soulève souvent des problèmes d'éthiques impossibles à résoudre.

Pour les générations futures

D'un autre côté, les conséquences des maladies psychiatriques et des troubles neurologiques de toute sorte sont énormes tant au niveau des coûts sociaux qu'au niveau de la qualité de vie de ceux qui en souffrent. Pour toutes ces raisons, la recherche sur le cerveau s'est imposée dans l'esprit de plusieurs comme un des meilleurs investissements pour les générations futures. Et c'est à la suite de la suggestion de plusieurs organismes gouvernementaux et non gouvernementaux que le président George Bush signait une résolution au Congrès américain proclamant la décennie 1990-2000 «décennie du cerveau». Depuis, de nombreux pays ont emboîté le pas et plusieurs manifestations ont eu lieu, surtout aux États-Unis.

Après la conquête de l'espace, voilà donc la conquête de notre espace intérieur qui reçoit sa consécration. Mieux vaut tard que jamais...

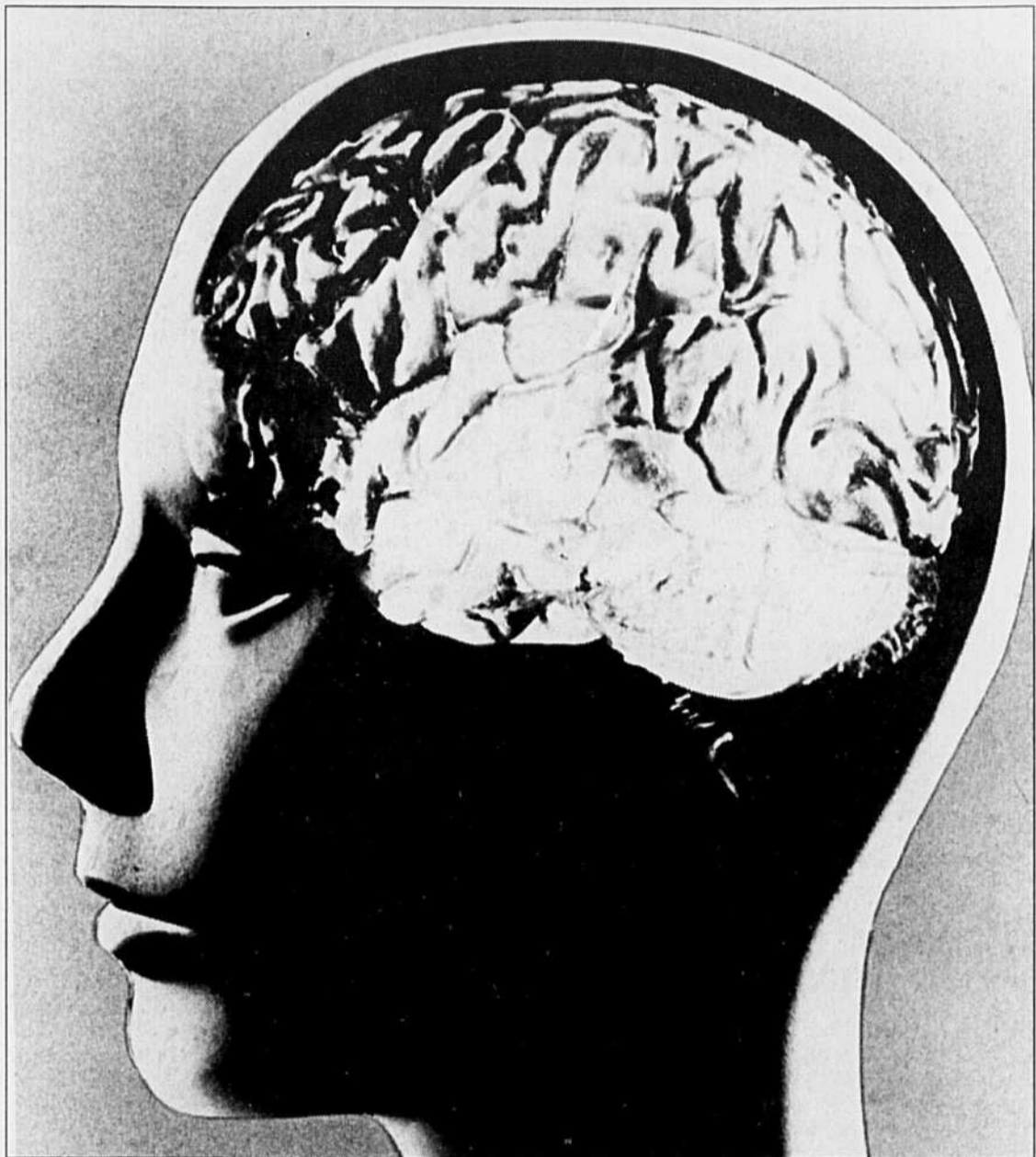
«La mémoire n'est pas un phénomène homogène mais plutôt le résultat de l'interaction de nombreuses sous-composantes spécialisées». C'est en ces termes que Sylvie Belleville, du groupe de travail sur la mémoire du centre hospitalier Côte-des-Neiges, décrit l'apport le plus important de la neuropsychologie cognitive actuelle. Leur approche, en recherche fondamentale sur la mémoire s'inspire d'ailleurs directement de cette conception: en observant des patients qui ont souffert de lésions cérébrales, on note des dysfonctions de certains types de mémoire et pas des autres. Ceci permet de caractériser des fonctions amnésiques très spécifiques pour ensuite élaborer des modèles qui distinguent différents types de mémoire chez le sujet normal.

Ce groupe de travail, qui compte surtout des neuropsychologues dans ses rangs, participe également à différents projets cliniques. Un premier concerne les pertes de mémoire qui surviennent lors du vieillissement normal. Celles-ci sont généralement légères et à première vue les mêmes que celles éprouvées au tout début de la maladie d'Alzheimer. Pour essayer de les départager, on élabore présentement un ensemble d'outils diagnostiques qui serait en mesure de distinguer qualitativement entre les pertes de mémoire normale et celles reliées à l'Alzheimer.

Le point de départ du second projet clinique fut le constat que les tests que les neuropsychologues font actuellement passer à leur patients souffrant de troubles de mémoire sont quelque peu dépassés. La plupart datent des années 50 et sont donc complètement décalés par rapport aux théories actuelles. Pour compenser cette lacune, le groupe de travail sur la mémoire est à mettre au point une batterie d'évaluation informatisée. Celle-ci, en plus de réactualiser tous les tests, facilitera de beaucoup leur utilisation à cause des nombreux paramètres à vérifier que l'ordinateur pourra prendre en charge (temps de présentation des stimuli, temps de réponse, tirage au hasard, etc).

Pour sa part, Sylvie Belleville s'occupe personnellement de plusieurs projets de recherche dont un des plus intéressants concerne la «mémoire de travail» ou «mémoire vive». Il s'agit d'une mémoire à capacité très limitée (on parle d'environ 7 items) et de courte durée. Typiquement, on l'utilise pour retenir un numéro de téléphone avant de signaler. Dans un second temps, si l'on désire se rappeler le numéro le lendemain, il faudra le transférer de façon consciente dans notre «mémoire à long terme».

Fait intéressant, le Dr Belleville rapporte que certains patients qui n'avaient à peu près



«La mémoire n'est pas un phénomène homogène mais plutôt le résultat de l'interaction de nombreuses sous-composantes spécialisées.»

plus de mémoire de travail étaient néanmoins capables d'un transfert en mémoire à long terme. Un autre processus parallèle pourrait donc intervenir ici, confirmant une fois de plus les multiples façons dont nous disposons pour encoder de l'information.

Un escargot lève le voile sur les mécanismes de la mémoire

On peut aussi interroger la mémoire à un tout autre niveau: celui de ses mécanismes cellulaires et moléculaires. Le laboratoire de Vincent Castellucci, de l'Institut de recherche clinique de Montréal, y parvient grâce à un mollusque marin, l'aplysie. Ce modèle de choix des neurobiologistes peut apprendre à modifier certains de ses réflexes et à retenir ces modifications plus ou moins longtemps. L'avantage de ses gros neurones peu nombreux et facilement identifiables permet d'observer les changements aux points de contact des neurones lorsqu'un apprentissage est mis en mémoire. Le Dr Castellucci a entre autres choses observé que la mémoire à long terme nécessite la fabrication de nouvelles protéines

dans le neurone alors que ce n'est pas le cas pour la mémoire à court terme qui se contente de modifier des protéines déjà existantes.

La mémoire qui rétrécit

Comment parler de la recherche sur la mémoire sans aborder celle qui se fait sur la maladie d'Alzheimer dont un des pires symptômes est justement cet effritement de notre capacité à se rappeler.

Au Centre d'étude sur le vieillissement de l'Université McGill, on s'intéresse à plusieurs aspects de cette maladie dégénérative qui enlève toute autonomie à près de 300 000 Canadiens. On y effectue des essais thérapeutiques en vue de tester de nouvelles molécules qui pourraient ralentir l'évolution de la maladie. On essaie aussi de déterminer un peu mieux quels sont les autres symptômes de la maladie. Car outre les troubles de mémoire, il y a beaucoup d'autres fonctions intellectuelles qui sont perturbées par l'Alzheimer et leur mise en évidence permettrait de raffiner

les critères diagnostiques.

Le troisième et dernier grand axe de recherche de ce centre se fait en collaboration avec l'hôpital Douglas, à Verdun, et consiste à découvrir de nouveaux marqueurs biologiques pour détecter plus rapidement la maladie. Le hasard faisant parfois fort bien les choses, on annonçait il y a quelques semaines une percée majeure dans ce domaine grâce à la découverte, par le Dr Jude Poirier, de l'hôpital Douglas, d'un marqueur complètement nouveau pour la maladie d'Alzheimer.

Mais qu'est-ce qu'un marqueur biologique au juste? Dans le cas qui nous intéresse, il s'agit d'un gène ayant subi une mutation. Et comme la fonction d'un gène est de fournir les plans à la fabrication d'une protéine, il en résulte une protéine légèrement différente. Ce qu'il y a de complètement inédit dans la découverte du Dr Poirier, c'est que la protéine en question, l'apolipoprotéine E (ou apo E), a pour rôle de transporter le cholestérol dans le sang d'un endroit à un autre et n'avait donc rien à voir a priori avec la maladie d'Alzheimer. Mais la mise en évidence de son rôle de recycleur des débris cellulaires dans le cerveau qui permet ainsi aux neurones restants de faire de nouvelles connexions pour compenser les pertes n'allait pas tarder à raviver l'intérêt à son égard.

Il faut préciser qu'une équipe de chercheurs de l'Université de Caroline du

Nord aux États-Unis avait préalablement identifié ce marqueur mais pour la forme «familiale» de la maladie, soit environ 15% des gens atteints. Le Dr Poirier, lui, généralise la présence du marqueur aux patients atteints de la forme dite «sporadique», soit le 85% restant. En analysant ce marqueur chez des patients atteints d'Alzheimer et chez des sujets normaux, le chercheur a pu constater que 83% des patients qui possédaient une certaine mutation sur les deux copies de son gène apo E étaient atteints de la maladie d'Alzheimer.

«Je sens vraiment que nous sommes sur la bonne voie», insiste le chercheur qui fonde beaucoup d'espoir sur tous les médicaments proches de l'apo E déjà synthétisés dans le cadre des recherches sur le cholestérol. En fait, sa seule réticence se situe au niveau des implications éthiques de sa découverte, en particulier dans la nécessité d'un encadrement psychologique adéquat advenant la mise au point d'un test capable de nous révéler nos probabilités de contracter la maladie.

ÉMOTIONS

Les neurones de la passion

ANNE-MARIE SIMARD

Une main invisible qui noue le creux du ventre, une vague douleur diffuse dans la poitrine, l'envie de pleurer: c'est l'angoisse. Un entraînement surexcité doublé d'optimisme et l'envie de rire, de sauter, de danser: c'est la joie, l'euphorie.

D'où viennent ces émotions qui nous mènent par le bout du nez? Il faut d'abord un élément déclencheur: une rencontre, une remarque désobligeante, un incident ou simplement une pensée furtive, un souvenir. L'étincelle active alors les circuits de certaines régions du cerveau. Les sièges connus de l'émotion: le système limbique, le thalamus, l'amygdale, l'hippocampe. Des régions profondes et centrales qui forment notre cerveau «primitif», enfoui sous le raisonnable et rationnel cortex.

Chaque région est habitée par des cellules nerveuses spécifiques. Les neurones s'unissent en longs filaments, un peu comme des circuits électriques. Leur association dépend de la substance qu'ils se transmettent. Les neurones ont toujours leur neurotransmetteur préféré.

Soumises aux mêmes expériences, deux personnes n'éprouveront pas les mêmes émotions. C'est que l'hérédité et l'éducation ont tracé les circuits cérébraux selon différentes architectures.

On connaît aujourd'hui quelques systèmes de neurones. Celui de neurotransmetteur dopamine, qui participe au mouvement et qui intervient dans la maladie de Parkinson et dans la schizophrénie. Celui de la sérotonine, identifié au sommeil et à la dépression; celui de la noradrénaline qui provoque la réaction, l'éveil, l'angoisse. Ce sont les neurotransmetteurs qu'on retrouve en plus grande quantité dans le cerveau. Mais, comme le rappelle Emmanuel Stip, chercheur au Centre de recherche Fernand-Seguin, à Montréal, «il y a en fait une cinquantaine de neurotransmetteurs, certains régissant des systèmes beaucoup plus spécifiques».

L'étude du cerveau des mammifères inférieurs procure des indices précieux pour comprendre celui des humains. Leurs circuits émotionnels,



Soumises aux mêmes expériences, deux personnes n'éprouveront pas les mêmes émotions. C'est que l'hérédité et l'éducation ont tracé les circuits cérébraux selon différentes architectures.

qui leur permettent de réagir à des situations mettant en jeu leur survie, ont été mis en place au cours de l'évolution de leur espèce, après des siècles d'apprentissage. En stimulant électriquement des parties précises de leur cerveau, on peut provoquer des manifestations émotionnelles claires chez les animaux de laboratoire. En activant fortement un circuit qui prend racine dans l'amygdale, traverse l'hypothalamus médian et s'enfonce dans la substance grise (la partie centrale du tronc cérébral), l'animal réagit par une grande frayeur. Stimulés dans ces mêmes aires cérébrales, les sujets humains rapportent avoir senti une anxiété intense. L'efficacité d'un tranquillisant contre l'anxiété, comme le diazepam, tiendrait à son action «ralentissante sur l'activité de ce circuit inconnu. On pense toutefois que les neurotransmetteurs en jeu seraient le DBI (Diazepam Binding Inhibitor), le glutamate et l'acétylcholine.

Moteur de la vie, le circuit du désir et de l'anticipation prendrait racine dans la partie postérieure de l'hy-

pothalamus. Un de ses médiateurs importants: la dopamine. Sous-activité, ce système induit la dépression. Sur-activité, il conduit à certaines formes de schizophrénie. Les circuits transmetteurs de dopamine tendent à activer des aires cérébrales impliquées dans l'organisation et la prévision. D'où l'optimisme. D'autres neurotransmetteurs, dont les opiacés, affluent également vers ces régions pour y exercer diverses influences psychiques.

Le Dr Emmanuel Stip croit toutefois que les émotions sont le fruit d'un phénomène encore plus complexe, sous l'action simultanée d'un véritable cocktail de neurotransmetteurs à différents endroits dans l'organe suprême. «Simplemment bouger un doigt demande la participation de plusieurs zones du cerveau. Alors imaginer l'induction d'une émotion complexe comme l'inquiétude ou la convoitise». Selon le Dr Stip, ces humeurs «touchent» toutes les parties du cerveau. «Il est prouvé que la dépression affecte certaines fonctions cognitives comme la mémoire et la connotation».

Mais la chimie des émotions est de mieux en mieux connue, ce qui rend les traitements plus efficaces. Il y a quelques années, les docteurs Lewy, Rosenthal et Wehr, trois chercheurs de l'Institut américain de la santé mentale, décrivaient ainsi la dépression saisonnière (*seasonal affective disorder*, en anglais): en hiver, le sujet devient léthargique et ses périodes de sommeil s'allongent. Il compense sa mélancolie par une boulimie de sucre et de farineux. L'exploitation: à cause du manque d'exposition à la lumière du jour, la production de mélatonine dans le cerveau est modifiée. Le traitement de thérapie lumineuse mis au point par l'équipe donne des résultats surprenants: après quatre jours de traitement à raison d'une exposition de deux heures par jour à une source de 2500 lux, le patient émerge déjà de son spleen. Voilà une bonne nouvelle pour les 10% de la population de l'Alaska qui souffrent de ce vague à l'âme saisonnier! Seul inconvénient: pour l'instant, la «boîte à lumière» coûte 500 dollars...

SANS PARTENAIRE, LE RÉSULTAT PEUT S'AVÉRER DECEVANT!



**La recherche, grâce aux Actions concertées
du Fonds FCAR :
la réponse à vos besoins.**

**Les Actions concertées du Fonds FCAR
vous permettent :**

- de repérer de nouvelles expertises québécoises en recherche universitaire;
- de sélectionner des projets sur la base d'une évaluation solide de leur qualité scientifique et de leur pertinence;
- d'augmenter l'impact de votre investissement par une contribution financière du Fonds FCAR;
- d'accéder à une main-d'œuvre hautement qualifiée.

Pour de plus amples informations, contactez Alain Lavoie,
responsable des Actions concertées, au (418) 643-8560.

Le Fonds FCAR est un organisme autonome qui relève de la ministre
de l'Enseignement supérieur et de la Science.

Son mandat est de promouvoir et d'aider financièrement la recherche,
sa diffusion et la formation de chercheurs.

Le programme des Actions concertées a donc été créé à cette fin.

FCAR
Fonds pour la Formation
de Chercheurs et l'Aide
à la Recherche

• DÉCOUVERTES •

Le sommeil, ce mystérieux compagnon de vie

BRUNO DUBUC

Il est toujours étonnant de se rappeler que nous passons le tiers de notre vie complètement coupés du monde extérieur. Mais ce qui est encore plus étonnant, c'est de constater la part de mystère qui régit encore sur un phénomène aussi courant que le sommeil. Ou plutôt les sommeils... Car comme l'explique Mircea Steriade, fondateur et directeur du Laboratoire de neurophysiologie de l'Université Laval, on peut dire que nous avons deux formes de sommeil. Dans le «sommeil lent» qui débute habituellement nos nuits, l'activité des neurones est synchronisée, les neurones pulsent ensemble. Par contre dans l'autre forme, celle durant laquelle on rêve, l'activité des neurones est désynchronisée et ressemble à s'y méprendre à celle de l'éveil d'où son nom de «sommeil paradoxal». Mais alors, qu'est-ce qui produit l'alternance de ces deux formes de sommeil au cours d'une nuit? Qu'est-ce qui fait que l'on s'endort? Que l'on se réveille? Quelle est l'horloge interne qui règle tout ça?

Ces questions, Mircea Steriade et ses collègues ont commencé à y répondre en explorant le cerveau à l'échelle cellulaire et moléculaire. Pour ce faire, ils font appel à toute une panoplie de techniques sophistiquées allant du marquage cellulaire (pour trouver les neurones impliqués) jusqu'à l'enregistrement électrophysiologique. La plupart des travaux du Dr Steriade reposent d'ailleurs sur cette dernière technique qui consiste à descendre de fines électrodes dans les neurones pour les «écouter» communiquer avec leurs voisins.

Le chat, champion dormeur

Comme il s'agit là de méthodes plutôt envahissantes, les expériences ne sont pas faites chez l'humain mais bien sur le chat, un champion dormeur du règne animal. Le Dr Steriade a surtout concentré ses efforts sur des groupes de neurones qui utilisent l'acétylcholine comme neurotransmetteur. Cette substance est particulièrement intéressante parce qu'elle est la seule à être active à la fois dans l'état d'éveil et durant les rêves. De plus, il semblerait que les neurones qui utilisent l'acétylcholine comme neurotransmetteur soient inhibés par l'adénosine, une molécule qui s'accumule dans les neurones actifs et qui a la propriété d'induire le sommeil. Si l'adénosine est vraiment le déclencheur du sommeil, il est donc fort probable que ce soit par son action sur l'acétylcholine qu'elle nous jette dans les bras de Morphée.

Mais l'acétylcholine n'est qu'une parmi plusieurs substances qui viennent moduler nos cycles d'éveil et de sommeil. Et ce que le Dr Steriade a pu constater, c'est que plusieurs de ces substances modulatrices jouent parfois le même rôle. Mais alors, pourquoi tant de systèmes d'éveil et de sommeil? «Sans doute ne sont-ils pas complètement redondants et ont-ils des fonctions très subtiles que nous ne connaissons pas encore», explique le chercheur.

C'est d'ailleurs ce qui l'a amené à rejeter complètement la notion de «centre» du sommeil. En effet, on a longtemps cherché le «centre» du sommeil ainsi que celui de l'éveil. Autrement dit, une portion très circonscrite du cerveau qui serait à elle seule suffisante pour produire l'éveil ou le sommeil. Et c'est justement l'abondance et la redondance des structures constatées au fil des ans qui ont rendu ce concept complètement désuet.

Malgré toute sa précision, il peut arriver que le fragile équilibre de cette mécanique complexe se dérègle. Les troubles du sommeil qui en résultent sont d'une diversité déconcertante. Le Dr Jacques Montplaisir, directeur du Centre d'étude du sommeil de l'hôpital Sacré-Coeur de Montréal, en sait quelque chose puisque son équipe d'une dizaine de chercheurs comprend autant des neurologues, des neuropsychologues que... des dentistes. Ce centre, le plus gros du genre au pays et l'un des plus importants au monde, s'intéresse à tous nos problèmes de sommeil qui ont des causes physiologiques. On exclut donc ici les insomnies classiques dont les causes relèvent le plus souvent de facteurs psychologiques tel l'anxiété ou le stress. Exit, donc, le rat de laboratoire et le chat; ici le cobaye typique, c'est votre beau-frère somnambule ou votre mari qui s'étouffe en ronflant!

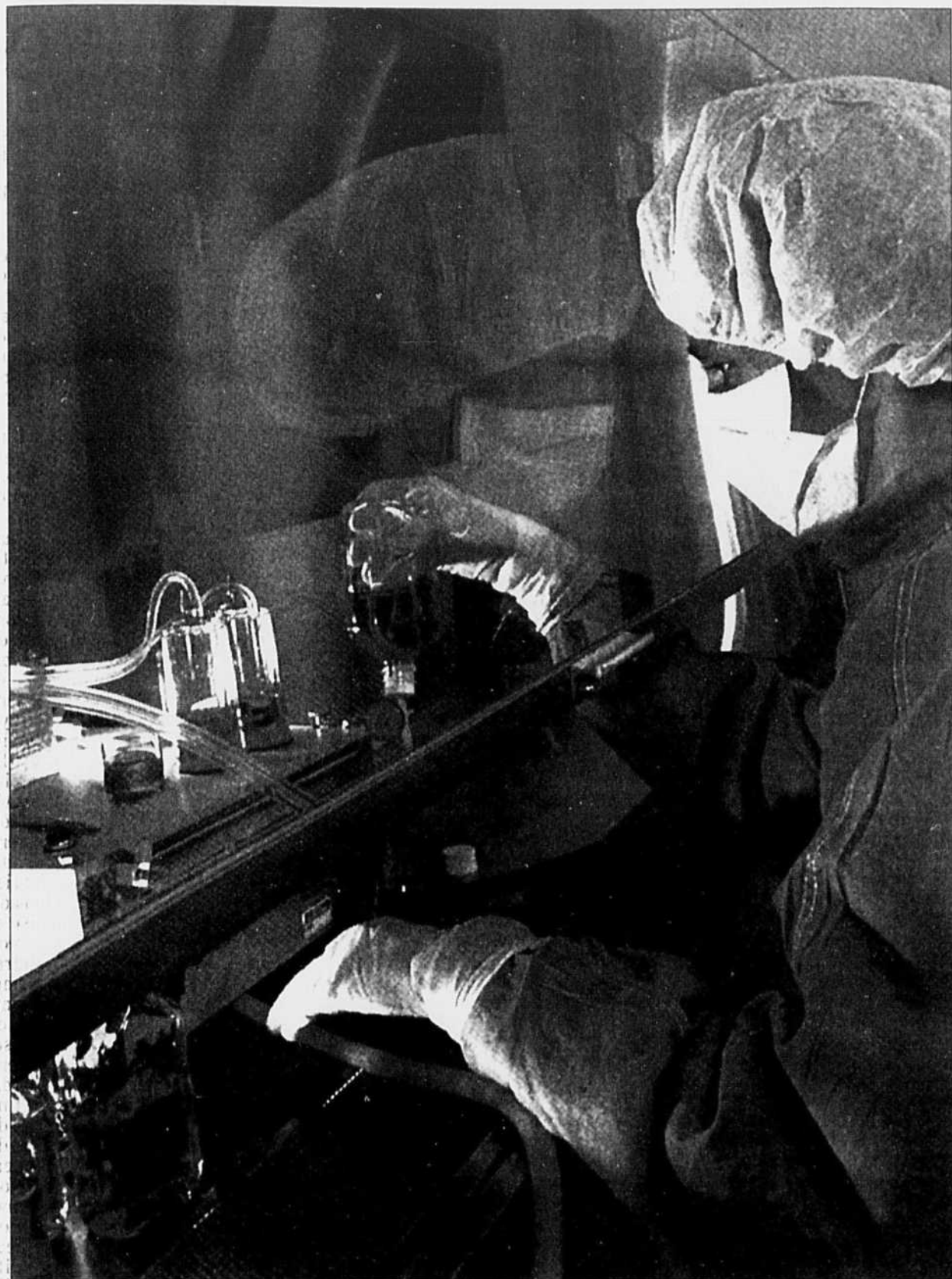
À la recherche de marqueurs biologiques

Le Dr Montplaisir s'intéresse bien entendu à des phénomènes qui perturbent le sommeil comme par exemple le syndrome des impatiences musculaires (des douleurs et des spasmes aux jambes qui réveillent le sujet). Mais il s'intéresse aussi à la manifestation inverse, la difficulté à rester réveillé durant le jour, bref l'hypersomnie. La plus connue de meure la narcolepsie qui s'accompagne de véritables attaques de sommeil et de paralysie complète à la suite d'une émotion forte comme le rire ou la colère. D'autres phénomènes nocturnes qui n'ont pas de conséquences directes sur le sommeil retiennent également l'attention du Dr Montplaisir ainsi que celle de son collègue, le Dr Gilles Lavigne, de la faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal. C'est le cas par exemple du bruxisme ou grincement des dents au cours du sommeil, phénomène désagréable qui provoque l'usure des dents et des douleurs au niveau du visage et de la mâchoire.

Jacques Montplaisir observe aussi pendant leur sommeil des gens qui souffrent d'autres maladies, espérant trouver de nouveaux marqueurs biologiques pour ces maladies. Cette approche vient justement de remporter un vif succès avec la maladie d'Alzheimer. Le chercheur a en effet découvert un ralentissement de l'activité du cerveau chez ces patients durant les périodes de sommeil paradoxal. Le simple enregistrement de l'électro-encéphalogramme durant une nuit de sommeil permettrait donc d'identifier les gens atteints à un stade très précoce de la maladie. L'intérêt de ce projet effectué en collaboration avec le Dr Serge Gauthier vient surtout du fait qu'il y a très peu de marqueurs fiables pour la détection précoce de la maladie d'Alzheimer.

Parmi les autres projets du centre, Marie Dumont étudie l'effet de la lumière sur nos rythmes biologiques. En particulier, elle cherche à comprendre comment les changements de luminosité entre les saisons peuvent influencer l'humeur et même provoquer la dépression. Elle étudie aussi la possibilité de reculer le cycle de sommeil des personnes âgées en les exposant à plus de lumière en soirée. Autre lieu de se coucher à 20 heures et de se lever à 3 heures du matin, ces gens âgés se coucheraient alors à minuit et se leveraient à 8 heures, ce qui est quand même plus pratique.

Toré Nielsen, quant à lui, mène deux projets majeurs sur les rêves. D'abord l'incorporation dans les rêves de différents stimuli perçus durant la journée et ensuite le rôle de l'hémisphère droit et de l'hémisphère gauche dans le processus onirique.



«Pour qu'un médicament se retrouve en pharmacie, il faut compter 250 millions de dollars et 10 à 12 ans de recherches.»

La recherche pharmaceutique: une question d'éthique

MARIE-CLAUDE BOURDON

La pression sur l'industrie, les autorités gouvernementales et les médecins est immense lorsqu'un médicament contre une maladie grave semble donner de bons résultats lors des essais cliniques. «Dans ces cas-là, on essaie de raccourcir un peu les procédures, on donne une approbation conditionnelle de façon à rendre le médicament disponible même si les recherches cliniques se poursuivent. C'est le bon côté. Mais évidemment, il peut y avoir des problèmes», confie le Dr Guy Ely, vice-président aux affaires cliniques et médicales chez Biochem Thérapeutique, la firme responsable de l'élaboration du 3TC, un médicament prometteur contre le sida.

La recherche pharmaceutique est un processus long et coûteux. «Pour qu'un médicament se retrouve en pharmacie, il faut compter 250 millions de dollars et 10 à 12 ans de recherches», affirme Jean-Guy Besner, chercheur en pharmacocinétique à l'Université de Montréal. Lors de la mise au point d'une molécule prometteuse, on procède d'abord à des études *in vitro* ainsi qu'à des études sur les animaux. Mais pour mettre un médicament en marché, il faut également le tester chez l'humain, précise le Dr Guy Ely: «On ne peut pas tout extrapoler de l'animal à l'homme. Si on pouvait le faire, il est évident qu'on ne ferait pas d'études cliniques.»

Depuis la Seconde Guerre mondiale et les horreurs perpétrées par les médecins nazis, on s'est cependant doté d'un code d'éthique pour éviter que des «cobayes» humains soient livrés sans merci aux mains d'expérimentateurs peu scrupuleux. Le code de Nuremberg et la déclaration d'Helsinki, révisée à

Tokyo en 1975, ont ainsi inspiré le Conseil de recherches médicales du Canada dans l'élaboration de ses «Lignes directrices concernant la recherche sur des sujets humains».

Le protocole de recherche doit s'appuyer sur des bases scientifiques solides, il doit être acceptable d'un point de vue éthique et comporter plus de bénéfices éventuels que de risques. Enfin, le consentement libre et éclairé des volontaires doit être établi clairement. «Quand on dit «cobaye», on croit qu'on va donner

1000\$ à quelqu'un sans lui dire ce qu'il prend et lui faire avaler n'importe quoi pendant trois mois, s'insurge le Dr Ely. Ce n'est pas du tout la réalité. Le volontaire n'est pas un cobaye: que ce soit un malade ou un sujet sain, il doit signer le formulaire de consentement qui précise ce qu'on va lui administrer, les bénéfices qu'il peut en retirer et tous les effets secondaires connus à ce jour du médicament. Et le patient a toujours le droit de se retirer de l'étude, sans donner de raison.» Partout où sont menées des recherches, un comité d'éthique doit s'assurer que chaque protocole respecte ces principes.

Généralement, les entreprises pharmaceutiques confient à un laboratoire privé les études de phase 1, dans lesquelles on vérifie sur un nombre restreint de sujets sains la toxicité (la dose maximale tolérable) du médicament et sa pharmacocinétique (la vitesse à laquelle le produit est absorbé puis éliminé par l'organisme). Les études de phases 2 et 3

se font en collaboration avec des centres hospitaliers et visent à tester l'efficacité du produit sur des malades. Dans le premier cas, le nombre de sujets demeure restreint et on compare l'efficacité du médicament avec un placebo. Dans la phase 3, on doit prouver qu'il est efficace pour de larges échantillons de population, et on le compare à des produits déjà approuvés.

Cette démarche en trois phases compte toutefois de nombreuses exceptions. «Les protocoles sont aussi variables que les entités pharmacologiques peuvent l'être», explique Jean-Guy Besner. Quand on a des médicaments dont l'usage thérapeutique est restreint, on ne va pas s'amuser à les tester chez des sujets sains. C'est le cas des drogues anticancéreuses très puissantes, qui peuvent avoir des effets toxiques importants.»

En fait, la recherche sur les médicaments destinés à combattre des maladies mortelles à brève échéance se fait toujours dans des conditions particulières. «Vous pouvez condenser certaines phases cliniques, explique le Dr Ely. Pour le sida, ce qui

se fait couramment, ce sont des phases 2/3, dans lesquelles vous ne testez pas le médicament contre des placebo, mais contre des produits déjà approuvés, comme l'AZT. Vous ne pouvez pas demander à une personne atteinte du sida de participer à une étude sur un médicament prometteur en lui disant qu'elle a une chance sur deux de recevoir un placebo pendant six mois.»

L'expérimentation pharmaceutique pose de nombreuses questions d'éthique. Un débat a récemment éclaté sur l'utilisation de l'AZT à titre préventif. Selon certaines études, le traitement à l'AZT retarderait l'évolution de la maladie chez les personnes séropositives qui ne présentent pas encore les symptômes du sida, alors que d'autres études ont démontré le contraire. Doit-on laisser des patients séropositifs prendre de l'AZT, au risque de développer une résistance à ce médicament sans pour autant se prémunir contre l'évolution du virus?

Le tamoxifène fait présentement l'objet d'une vaste étude en Amérique du Nord. On veut savoir si ce médicament peut prévenir l'apparition du cancer du sein chez les femmes qui y montrent des prédispositions. Le hic, c'est que le tamoxifène peut, dans certains cas, causer le cancer de l'utérus. Doit-on, au nom de la prévention, administrer à des femmes en bonne santé un médicament aux effets secondaires aussi dangereux?

Le Dr André Robidoux, qui dirige l'étude sur le tamoxifène à l'Hôtel-Dieu de Montréal, est convaincu que oui. «Il faut tenir compte des bénéfices et des risques», explique-t-il. Pour une jeune femme qui a 66% de chances de développer un cancer du sein, le risque de contracter un cancer de l'utérus, plus aisément décelable et guérissable, est peut-être moins élevé que de se retrouver avec un cancer du sein potentiellement mortel. Et puis, «si on s'apercevait que les femmes à risque ont un gène défectueux sur lequel peut agir le tamoxifène, ça changerait notre définition du cancer du sein», ajoute le Dr Robidoux. Selon lui, les comités d'éthique des 270 centres impliqués dans cette étude n'auraient jamais accepté qu'on poursuive une telle recherche si les bénéfices escomptés ne dépassaient pas de loin les risques encourus.

Quand on a des médicaments dont l'usage thérapeutique est restreint, on ne va pas s'amuser à les tester chez des sujets sains.

La recherche, pour mieux comprendre

Parmi les travailleurs exposés aux isocyanates, 5 à 10 % développent un asthme de type allergique, non réversible.

Les isocyanates sont utilisés notamment dans les peintures industrielles pour en accroître la brillance et le durcissement. Des travaux menés par l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, en collaboration avec divers partenaires des milieux du travail et scientifiques ont permis d'accomplir une percée majeure dans la prévention de l'asthme relié à ce contaminant.

Ces recherches s'inscrivent dans les quelque 130 menées ou financées simultanément par l'Institut pour contribuer à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels — et à la réduction des coûts humains, sociaux et économiques qui découlent des accidents et des maladies du travail.

Après tout, pour agir, il faut d'abord comprendre.

Si vous désirez être informé(e) des recherches menées ou financées par l'Institut, abonnez-vous gratuitement au périodique L'IRSSST, en remplissant ce coupon et en nous le retournant par la poste ou par télécopieur.

En mettant au point un système de détection — aujourd'hui breveté — 10 fois plus sensible que les techniques traditionnelles, on rendait possibles l'évaluation de l'efficacité des systèmes de ventilation existants, et l'identification des conditions d'aménagement et d'opération de cabines de peinture plus sécuritaires.

Cette nouvelle méthode de détection a également entraîné d'autres travaux tels la mise au point d'un appareil servant à un diagnostic sécuritaire et précis de l'asthme professionnel et, actuellement en développement, un nouveau système de protection respiratoire. Des recherches... utiles.

NOM _____

FONCTION _____

COMPAGNIE OU ORGANISME _____

ADRESSE _____

VILLE _____

PROVINCE _____ CODE POSTAL _____

TÉLÉPHONE () _____ TÉLÉCOPIEUR () _____

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

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

LE DEVOIR

• DÉCOUVERTES •



Montréal a tout pour devenir un grand centre en biotechnologie et d'ici les deux prochaines années, il y aura un boom dans ce secteur technologique.

La révolution biotechnologique se prépare

*Quand les techniques de la biologie classique s'amalgament
aux prouesses de l'ingénierie génétique*

CLAIRE CHABOT

Insuline humaine, hormone de croissance, traitements anticancéreux, vaccins contre l'hépatite B, médicaments pour traiter l'infarctus, tests de grossesse, trousse de diagnostic pour le VIH, etc. Les produits de la biotechnologie médicale sont aussi variés dans leur composition que par les technologies utilisées pour les fabriquer. Tous les matériaux de la Vie peuvent à la limite leur servir d'ingrédients, et les techniques de la biologie classique (fermentation, extraction) s'amalgament aux prouesses de l'ingénierie génétique. Dans ce domaine, *the sky is the limit*, comme disent les Anglais. C'est l'une des principales raisons qui en fait un des secteurs à haute technologie les plus prometteurs. Avec un peu d'efforts, le Québec sera bien placé pour faire partie du club.

La nouvelle biotechnologie — l'ancienne serait celle de la bière, des alcools et du yogourt — est surtout un phénomène américain. L'an dernier, nos voisins ont investi 315 milliards dans ce secteur. Ce nouveau domaine d'application s'est développé dans les années 70 avec les progrès de la

biologie moléculaire. On avait désormais la possibilité de résoudre certains problèmes techniques que la synthèse classique de molécules ne pouvait faire, et on avait des moyens (exemple le clonage) qui jusqu'ici étaient du domaine de la science-fiction. En 1990, la majorité des produits thérapeutiques en études pré-cliniques, cliniques et en instance d'homologation étaient des produits biotechnologiques. Le temps de passer par toutes les approbations réglementaires, ces médicaments de l'an 2000 seront des produits de haute technologie très spécifiques: plus efficaces avec moins d'effets secondaires.

Les trois clés du succès en biotechnologie: une expertise hautement qualifiée, des liens entre l'université et l'industrie, et surtout, beaucoup de sous. Aux États-Unis, l'histoire est connue, des chercheurs ont lancé leurs propres entreprises, l'ont inscrite en Bourse, trouvant ainsi des capitaux

de risque pour financer la recherche et le développement de produits dont on ne sait pas encore s'ils aboutiront. Certains ont fait fortune, et d'autres ont tous mis leurs œufs dans le même panier; l'échec d'un produit au stade II ou III peut en un seul jour dévaluer une compagnie...

Les médicaments de l'an 2000 seront des produits de haute technologie très spécifiques: plus efficaces avec moins d'effets secondaires.

Depuis, le marché boursier a fermé ses portes à ce secteur. «Au Québec, nous n'avons pas de capitaux de risque, mais nous avons de l'argent institutionnel: la Caisse de dépôt, Innovatech, le Fonds de solidarité des travailleurs, etc.», dit Brigitte Lebreton, directrice du secteur biotechnologique du Centre d'initiative technologique de Montréal.

Le CITEC est né de la volonté des industries, des universités et du gouvernement de prendre le «virage technologique». La filière biotechnologique québécoise est de loin la plus importante au Canada. Dans le secteur de la santé, une quinzaine d'entreprises québécoises sont installées dans la grande région de Montréal et Laval. (Par comparaison, en France, il n'y en a qu'une vingtaine.) Armée de deux Ph D et d'une banque de relations-personnes d'au moins 2000 personnes, Mme Lebreton a participé au développement de la majorité de ces entreprises. «Le nouveau modèle de com-

pagne biotechnologique qui se dessine pour l'avenir, dit-elle, c'est un système d'intégration virtuel: à partir de brevets, la compagnie développe un produit et c'est par des alliances qu'elle va réussir à mener le projet à terme et à diversifier ses produits.»

Fondée en 1986, BioChem Pharma a signé plusieurs alliances avec des multinationales pharmaceutiques, que ce soit avec Glaxo pour le développement de leur produit anti-sida (le 3TC qui est en phase clinique), avec AB Astra pour un analgésique, et bien d'autres. La toute dernière, annoncée avant-hier, est l'acquisition de 21% du capital de la compagnie Antisoma de Grande-Bretagne pour le développement d'un anti-cancer utilisant des antigènes monoclonaux. «Les formes d'alliances se transforment à mesure que notre compagnie se développe; il n'est pas dit que l'on ne développera pas entièrement un produit et qu'on n'en fera pas la production nous-mêmes, croit Jean-Yves Duthel, vice-président aux relations publiques de BioChem Pharma.»

Les coûts de la recherche ne sont rien en comparaison des investissements requis pour développer un nouveau médicament. Les compagnies de biotechnologie développent habituel-

lement des trousse ou des composés diagnostiques, plus facile à produire, pour financer la recherche et le développement d'un médicament. «Des chercheurs viennent nous montrer une molécule qu'ils ont brevetée et qui semble être active, explique le Dr

En 1990, la majorité des produits thérapeutiques en études précliniques, cliniques et en instance d'homologation étaient des produits biotechnologiques.

John Gillard, vice-président à la recherche thérapeutique de BioChem Pharma. Le problème, c'est que cette substance active a une demi-vie de trente secondes!». Le travail de développement consiste à rendre une molécule plus active avec un effet prolongé, de vérifier sa toxicité, de lui trouver un support (pilule, crème, sirop, etc.) où elle puisse rester stable. Ensuite viennent les essais sur les animaux et sur les humains et le processus d'homologation. Le développement exige un investissement dix fois plus élevé que la recherche fondamentale et prend une dizaine d'années d'essais et de patience.

La compagnie Technologies IBEX est une entreprise montante en biotechnologie, fondée en 1988, par un chercheur montréalais, Robert Heft, qui travaillait au célèbre MIT (Massachusetts Institute of Technology). La compagnie Continental Pharma avait subventionné les recherches au MIT sur l'héparinase, une enzyme produite par ingénierie génétique qui permet la coagulation du sang, et a créé avec le chercheur une filiale québécoise, Technologies IBEX.

Pourquoi à Montréal? «Pour plusieurs raisons, explique Robert Heft, président de Technologies IBEX. Nous aurions pu choisir la région de Boston près du MIT, (le secteur chéri de la biotechnologie), mais Montréal offre plusieurs avantages: quatre grandes universités et des chercheurs très compétents, des avantages fiscaux pour les chercheurs étrangers, la présence de l'Institut de recherche en biotechnologie du CNRC, des subventions de recherche et une qualité de vie...»

Technologies IBEX a aussi signé plusieurs alliances pour commercialiser ses produits: un produit de diagnostic pour les tests sanguins et une trousse de diagnostic pour la chirurgie cardiaque qui détermine le temps de coagulation du sang lors d'une opération à cœur ouvert. La compagnie a commencé les essais pré-cliniques d'un médicament prometteur qui serait utilisé durant ces interventions chirurgicales pour neutraliser l'héparine, l'agent anticoagulant du sang, lorsque le sang est retourné dans le corps des patients. La Société Innovatech du Grand Montréal a consenti une subvention de 3,5 millions à IBEX, le 1er octobre dernier, pour permettre la commercialisation de ses produits.

«Montréal a tout pour devenir un grand centre en biotechnologie, et d'ici les deux prochaines années, on verra un boom dans ce secteur technologique, affirme Mme Lebreton, du CITEC. Dans la région de Montréal, il y a quatre universités et environ 25 compagnies pharmaceutiques dont la majorité sont des grandes multinationales. Comment expliquer que si peu de chercheurs démarrent leur propre entreprise?»

LA RECHERCHE POUR LA VIE



Le Fonds de la recherche en santé du Québec (FRSQ) intervient depuis maintenant trente ans dans le développement de la recherche québécoise en santé.

Inspiré par les besoins de la population et le dynamisme des chercheurs, le FRSQ, organisme subventionnaire relevant du Ministre de la Santé et des Services sociaux, assure le financement de nombreux programmes de bourses et subventions qui englobent près de 1500 scientifiques compétitifs et hautement spécialisés.

Pourquoi un tel intérêt pour la recherche en santé? Parce que la recherche a un impact économique évident et que la santé d'une population reste pour toute société une valeur collective inestimable.



FONDS DE LA RECHERCHE EN SANTÉ DU QUÉBEC
550, rue Sherbrooke Ouest,
bureau 1950
Montréal (Québec) H3A 1B9
Tél.: (514) 873-2114

BACCALAUREATS EN GÉNIE

Aux détenteurs et aux futurs détenteurs d'un DEC professionnel en techniques physiques ou en informatique, l'École de technologie supérieure offre la possibilité d'être admis dans l'un des programmes de baccalauréat en génie suivants :

- Baccalauréat en génie de la construction
- Baccalauréat en génie électrique
- Baccalauréat en génie mécanique
- Baccalauréat en génie de la production automatisée

Ces programmes sont offerts en sessions continues selon la formule d'enseignement coopératif, qui permet à tous les étudiants d'alterner sessions de cours et stages rémunérés en industrie.

Date limite d'admission

Session d'hiver 1994:
1^{er} novembre 1993

Session d'automne 1994:
1^{er} mars 1994

Bureau du registraire
École de technologie supérieure
4750, avenue Henri-Julien
Montréal (Québec) H2T 2C8
Téléphone : (514) 289-8888



Université du Québec
École de technologie supérieure

FROM
Institut de
Recherches
Cliniques de
Montréal



♦ DÉCOUVERTES ♦

GÉNÉTIQUE

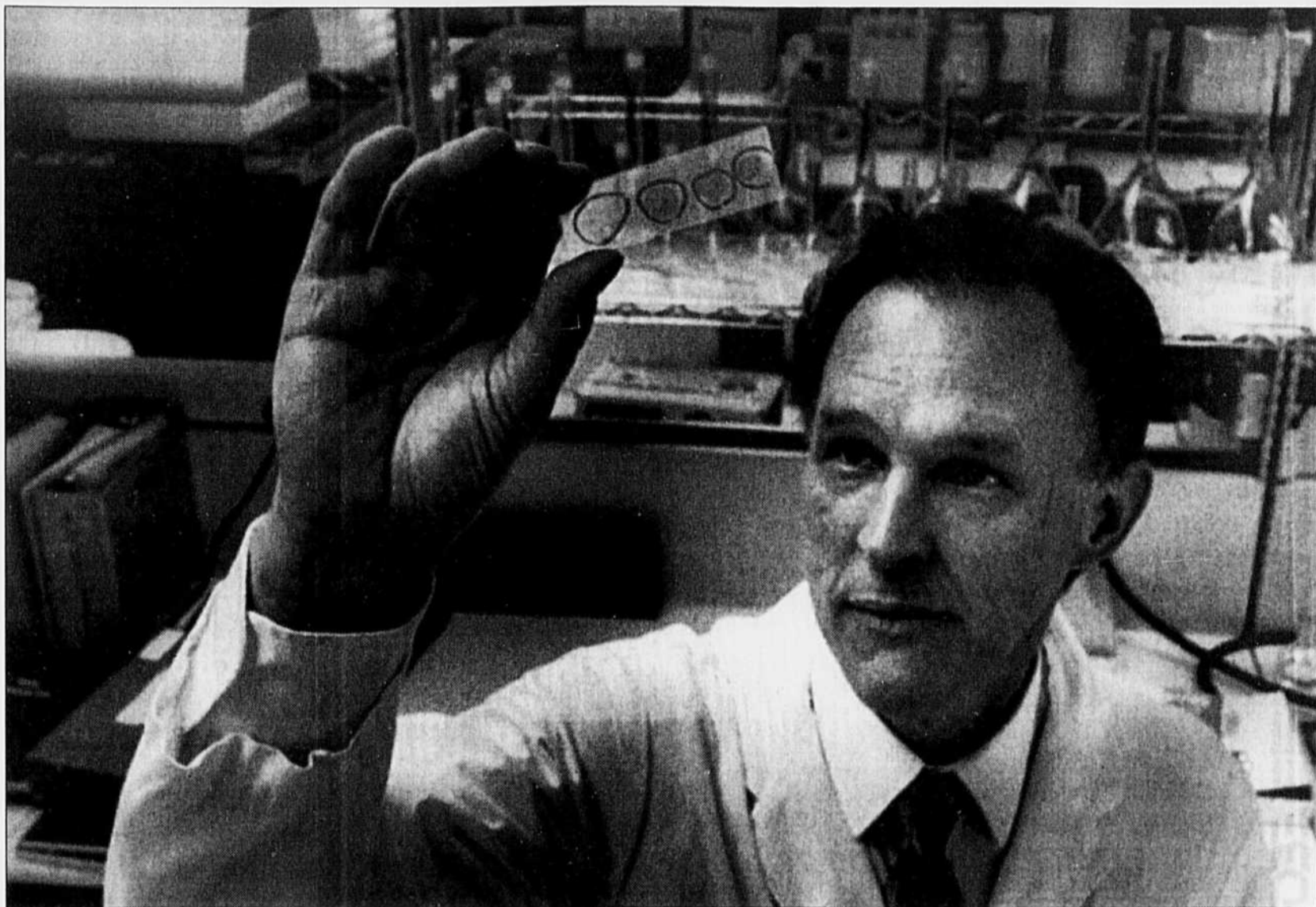
La prévention par le dépistage

Nous sommes tous des mutants porteurs d'anomalies génétiques

CLAIRE CHABOT

Le téléphone sonne dans une maison de banlieue. La jeune mère qui répond apprend que son bébé de quinze jours qu'elle tient dans ses bras, tout resplendissant de santé, a un taux anormalement élevé d'un acide aminé dans son sang. Il a fallu quelques minutes pour que le rêve d'enfant normal et en santé se brise. Dans la joie de mettre au monde, elle avait même oublié les tests de dépistage «routiniers évidemment» pour lesquels on lui avait demandé son accord à l'hôpital. L'infirmière qui lui parle est l'une des professionnelles du Réseau de médecine génétique du Québec. Elle lui explique que son enfant souffre d'une maladie métabolique, la phénylcétonurie, un défaut héréditaire du mécanisme d'oxydation d'un acide aminé essentiel: la phénylalanine. Phényl... quoi? Elle panique. La voix au bout du fil tente de la rassurer. Un rendez-vous est pris pour l'après-midi même.

Dès la naissance, plus d'une centaine de maladies et d'anomalies génétiques peuvent être dépistées; certaines ont des conséquences très graves pour les enfants et d'autres sont bénignes.



Certaines anomalies génétiques s'expriment dans un environnement particulier, tandis que d'autres n'auront aucune conséquence.

permettra un développement physique et mental normal chez ces enfants. Celui-ci devra suivre une diète restreinte en phénylalanine, ce qui veut dire en clair qu'il ne peut manger de protéines animales. «Le plus difficile, c'est de convaincre les parents de ne pas donner de lait à un bébé qui ne semble pas malade, dit Yolande Lefèvre. Quelques fois, je dois même rencontrer les grand-mères et les gardiennes pour leur expliquer. Une diète végétale pour un petit bébé, c'est impensable! Et pourtant, c'est de la responsabilité de la santé de l'enfant dont il s'agit.» L'enfant sera pris en charge par une équipe multidisciplinaire jusqu'à l'âge adulte afin de prévenir tout problème de santé ou d'apprentissage. Des jeunes filles dans la vingtaine préparent aujourd'hui leur futur grossesse; certaines anomalies exigent une diète particulière et... la collaboration de leur futur conjoint.

Au Québec, les données des patients, dont on a détecté une anomalie génétique, sont entrées dans un fichier central. Les fichiers sont utiles aux études épidémiologiques pour connaître la fréquence d'une maladie par région ou pour l'analyser sous divers aspects. La tyrosinémie, une maladie qui, sans traitement, a un taux de mortalité de 50%, est beaucoup plus fréquente dans la région de Chicoutimi et du Lac-Saint-Jean; la moitié des cas dépistés au Québec viennent de cette région. La centralisation des fichiers informatisés fait craindre la population d'un abus d'utilisation par des personnes peu scrupuleuses. Consciente que nul n'est à l'abri de telles manipulations, la Commission d'accès à l'information a émis, le printemps dernier, des normes minimales de protection des renseignements personnels pour les organismes publics utilisant de tels fichiers.

La maladie génétique fait peur. On en a répertorié plus de 4000 en tout. Elles n'ont pas toutes la même gravi-

té et le même mode de transmission. Certaines s'expriment dans un environnement particulier, tandis que d'autres n'auront aucune conséquence. Il existe aussi des maladies à un gène défectueux, et d'autres à plusieurs gènes. Nous sommes tous

des mutants et des porteurs d'anomalies génétiques. Ce brassage génétique est même essentiel à notre espèce. «Le dépistage génétique à la naissance doit être fait à la condition que ce soit rentable», affirme Jean Morrissette, biostatisticien au CHUL

et membre du Réseau de médecine génétique. Rentable? Au point de vue traitement, surtout. «Si aucun traitement n'existe, il ne sert à rien de faire du dépistage. Dans le cas de maladie génétique comme la fibrose kystique, il n'est pas prouvé que le

traitement soit efficace avant l'âge d'un an. A cet âge, il n'est pas nécessaire de faire de test puisque les signes cliniques sont évidents.»

La semaine dernière se tenait le congrès annuel de l'American Society of Human Genetics, à New Orleans. Chaque année, on réussit à localiser des gènes et à identifier la séquence de leur ADN. Des gènes, l'être humain en a environ 100 000 situés sur 23 paires de chromosomes. «Il est frappant de voir dans les grands congrès de génétique la recherche fondamentale qui évolue rapidement tandis que, du côté clinique, les traitements sont si lents à venir, rappelle Yolande

Lefèvre. La génétique médicale entretient de grands espoirs du côté des thérapies géniques qui consisteraient à remplacer le gène défectueux par un gène normal.

Après une première tentative de thérapies géniques sur les «enfants bulles» atteints d'une maladie rare du système immunitaire, des chercheurs s'attaquent à une maladie plus répandue, la fibrose kystique. Aux États-Unis et en Europe, des chercheurs ont entrepris cet automne des essais cliniques. La thérapie génique est sans doute très prometteuse, mais il faut se rappeler qu'elle offre des espoirs aux maladies n'impliquant qu'un seul gène mutant; les maladies «multifactorielles», plus complexes, risquent d'attendre longtemps un traitement aussi spécifique.

Une formule gagnante

La formule gagnante de BioChem Pharma inc. est faite de trois grandes composantes.

Le haut savoir

Nous croyons à la recherche fondamentale. Nous y investissons nos énergies. L'élément-clé de notre succès est notre équipe de chercheurs chevronnés qui travaillent en collaboration avec d'éminents scientifiques dans des centres de recherche à travers le monde.

Nos chercheurs sont fiers d'oeuvrer dans une entreprise pharmaceutique de propriété canadienne et partagent un même objectif: prévenir, dépister et guérir.

Ils se consacrent au mieux-être des Québécois et des Canadiens et de tous ceux qui, à travers le monde, utilisent nos produits.

L'intégration des activités dans la prévention, le diagnostique et le thérapeutique

BioChem Pharma inc. est engagée dans un éventail complet d'activités:

la recherche et le développement de produits thérapeutiques, ainsi que dans la recherche, le développement, la fabrication et la commercialisation de produits diagnostiques et de vaccins pour une vaste gamme d'infections et d'autres maladies.

Les alliances stratégiques

BioChem Pharma inc. développe certains de ses nouveaux produits et ses nouveaux marchés grâce à des accords avec d'importantes entreprises internationales spécialisées en santé et produits pharmaceutiques.

UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté
des sciences
et de génie

UNE TRADITION D'EXCELLENCE EN ENSEIGNEMENT ET RECHERCHE

Actuariat, Biochimie, Microbiologie, Biologie, Chimie, Génie chimique, Génie civil, Génie électrique, Génie génétique, Génie géologique, Génie informatique, Génie mécanique, Génie des mines et de la minéralurgie, Génie des matériaux et de la métallurgie, Géologie, Informatique, Informatique de génie, Informatique de gestion, Informatique mathématique, Mathématiques, Physique, Statistique.

POUR INFORMATION: (418) 656-2131 poste 6201

Directeur d'ensemble
Faculté des sciences et de génie
Pavillon Alexandre-Vachon

Université Laval
Sainte-Foy, Qc
G1K 7P4

POUR L'AVENIR DES ENFANTS

unicef
Fonds des Nations Unies pour l'enfance



BIOCHEM PHARMA INC.

2550, boulevard Daniel-Johnson, bureau 600, Laval (Québec) Canada H7T 2L1
Téléphone: (514) 681-1744 Télécopieur: (514) 681-4207

◆ DÉCOUVERTES ◆

ACQUIS «Les politiciens manquent peut-être aussi de culture scientifique.»

SUITE DE LA PAGE 1

Près de nous, les États-Unis, qui dépensent 76 milliards de dollars par année en recherche et développement, travaillent pour la première fois à en élaborer une. Une commande du président Bill Clinton.

Un Canada déclassé en science? Le Conseil des sciences et de la technologie n'est pas le premier à exprimer une telle inquiétude à l'égard de l'attitude incertaine du gouvernement en matière de politique scientifique et technologique. Les politiciens Robert Dalgé et Réjean Landry, dans leur récent ouvrage sur la politique technologique du Qué-

bec, manifestent aussi des appréhensions à ce sujet. «Le besoin se fait de plus en plus urgent de développer de meilleurs critères de prise de décision pour rendre les interventions publiques en politique scientifique et technologique plus efficaces.» Rappelons d'ailleurs que le World Economic Forum, un organisme qui évalue les indices de compétitivité des pays de l'OCDE, a placé le Canada au 17^{ème} rang du classement au chapitre de la science et de la technologie. Derrière l'Irlande.

Le Québec a besoin d'une révolution culturelle scientifique, affirme Louis Berlinguet. Rien de moins. «Il y a un choix de société à faire et, de cela, on n'en parle pas beaucoup. Ou on devient une société «nouvel âge» qui

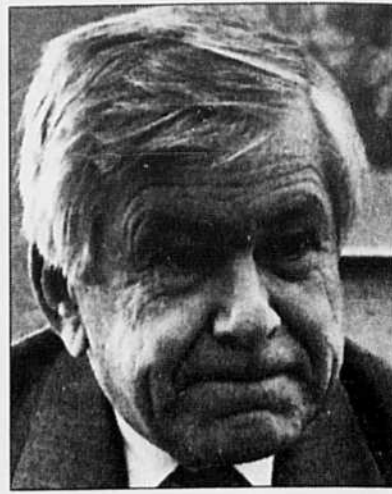
joue de la guitare; ou on travaille pour conserver notre niveau de vie.»

«Il ne s'agit pas de faire de tous les étudiants des scientifiques. Seulement, de plus en plus de gens sont appelés à prendre des décisions qui ont des bases scientifiques. En ce sens, l'influence des pseudo sciences pourrait être une menace pour la démocratie. Car décider, ça veut dire être capable d'examiner une question en allant chercher les éléments qui vont nous permettre d'avoir un jugement éclairé. C'est ça une démarche scientifique.»

«Par exemple, une municipalité peut, un jour, avoir à choisir entre deux technologies pour éliminer ses déchets. Un conseiller municipal ou un citoyen qui n'a pas de bases

scientifiques ou une culture scientifique pourraient avoir de la difficulté à trancher. Et les Verts ou d'autres groupes d'intérêt pourraient en profiter pour faire de la démagogie.» Louis Berlinguet a sans doute en souvenir le jour où l'actrice Brigitte Bardot s'est présentée à l'ambassade du Canada à Paris, lorsqu'il y travaillait, pour dénoncer la chasse aux phoques.

«Pour l'heure, il n'est pas beaucoup question de développement scientifique et technologique pendant cette campagne électorale, ce sont pourtant des outils pour améliorer l'économie, déplore-t-il encore. Visiblement, les politiciens manquent peut-être aussi de culture scientifique.»



Louis Berlinguet

S I D A

Un virus difficile à contrer

CLAUDE LAFLEUR

«Le virus du sida est l'un de ceux qui offrent à peu près tous les désavantages que l'on rencontre lorsqu'on songe à faire un vaccin», lance le Dr Robert Dugré, virologue et vice-président responsable de la recherche-développement chez IAF BioVac inc.

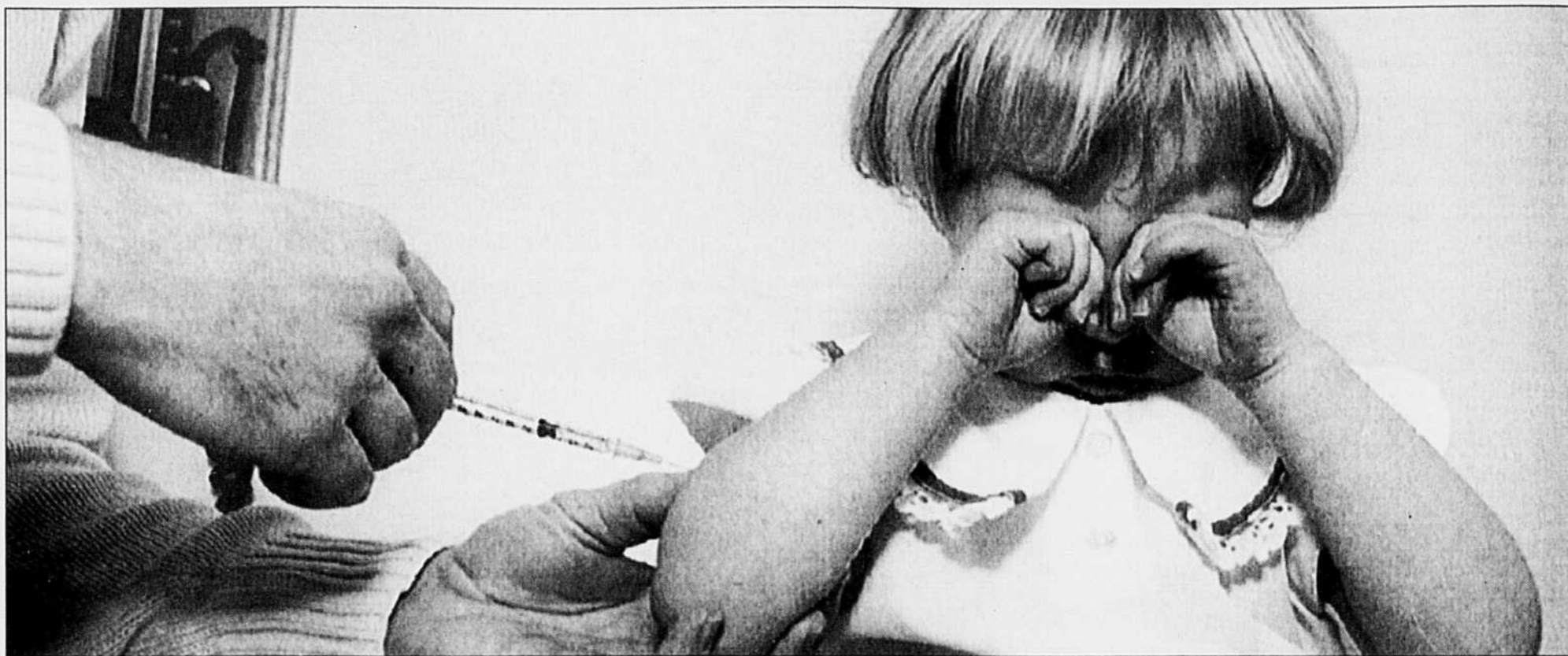
Ce spécialiste, qui fait carrière depuis 20 ans dans la mise au point de nouveaux vaccins, explique que le HIV pose de nombreuses complications. «L'une d'elles, dit-il, c'est son hétérogénéité, c'est-à-dire les changements qu'il y a dans les différentes variantes du virus sida. C'est un peu comme le virus de la grippe.»

Les chercheurs ont d'ailleurs beaucoup comparé le sida à l'influenza. Le Dr Dugré rappelle que, chaque année, le virus de la grippe se modifie quelque peu et que, pour cette raison, il faut régulièrement mettre sur le marché de nouveaux vaccins. «Mais les variations du HIV semblent être beaucoup plus grandes que celles de l'influenza. Ce dernier change annuellement, mais on peut facilement identifier les quelques antigènes qui diffèrent. Par contre, au niveau du HIV, il y a énormément de changements et ce, continuellement... Voilà qui complexifie davantage le développement d'un vaccin», souligne le virologue.

Il énonce néanmoins que: «Éventuellement, nous pourrions développer un vaccin qui serait efficace contre certaines souches du sida, mais non contre d'autres». Par exemple, nous pourrions obtenir un vaccin permettant de se prémunir contre une souche répandue en Californie mais qui n'aurait par ailleurs aucun effet vis-à-vis de celles sévissant au Québec ou en Afrique.

Une autre des grandes difficultés que rencontrent les chercheurs, lorsqu'il s'agit de combattre le HIV, réside dans son mode de propagation à l'intérieur du corps. «On sait que ce virus se propage beaucoup de cellule en cellule, sans passer par l'extérieur. Il migre alors d'une cellule à l'autre sans être exposé aux anticorps, car ceux-ci ne sont actifs qu'à l'extérieur des cellules, explique Robert Dugré. Il faut donc faire en sorte de développer un bon système d'immunité dans les cellules... ce qui n'est pas une mince affaire.»

Conséquemment, ce spécialiste estime qu'il faudra encore plusieurs années de recherche fondamentale pour percer les secrets du virus sidéen. Il conclut que, au sein même de son entreprise, «on ne croit pas tellement au développement d'un vaccin permettant l'immunisation contre le sida.»



Le principe de la vaccination est simple: on injecte dans l'organisme humain des échantillons de la bactérie ou du virus à combattre afin d'apprendre au système immunitaire à les reconnaître puis à manufacturer les anticorps nécessaires pour les éliminer.

M É D E C I N E

Les vaccins, de la prévention au traitement du cancer

CLAUDE LAFLEUR

Au moment où vous lisez ces lignes, vous êtes à n'en pas douter la proie d'une multitude de bactéries et de virus. Chacun d'entre nous sommes en effet constamment assaillis par ces micro-organismes dont la taille n'est que de l'ordre du 1 millionième de mètre. Pourtant, dès lors que l'un d'entre eux nous a envahi, il a la capacité de se multiplier extrêmement rapidement; certains virus peuvent se reproduire par un facteur de 200 fois en 25 minutes seulement! En conséquence, ils peuvent causer de très sérieuses infections, allant même jusqu'à entraîner la mort.

Heureusement, notre système immunitaire veille à notre défense en produisant des anticorps, c'est-à-dire des protéines conçues spécifiquement pour combattre les micro-organismes envahisseurs. Toutefois, lorsque notre système immunitaire ne parvient pas à usiner les anticorps appropriés en quantité suffisante et en un court laps de temps, nous «tombons malade», victime par exemple d'une bonne grippe... Certains micro-organismes sont extrêmement virulents; le virus de l'hépatite B peut quant à lui foudroyer un adulte en quelques heures seulement.

Il est par conséquent préférable de préparer notre organisme contre d'éventuelles attaques. Voilà précisément le rôle des vaccins — une approche médicale découverte il y a un siècle et qui fait présentement des progrès considérables grâce au génie génétique.

Trois stratégies de vaccins

«Un vaccin, c'est un outil de prévention contre des maladies d'origine infectieuse», affirme le Dr Robert Dugré, vice-président de IAF BioVac. Cette entreprise lavalloise est le seul manufacturier canadien de vaccins; elle fabrique notamment 90% des vaccins contre l'influenza (la grippe) administrés au

Canada. «La vaccination a pour but de prévenir les infections en injectant à un individu un produit qui se rapproche beaucoup des micro-organismes infectieux et ce, dans le but de stimuler son mécanisme de protection», ajoute le spécialiste. Le Dr Dugré a été la première personne au Canada à être diplômée en virologie et, durant les années 80, il a fait de la recherche sur les vaccins à l'Institut Armand-Frappier (IAF). En 1990, il a participé à la création de IAF BioVac inc., une division de BioChem Pharma.

Le principe de la vaccination est simple; on injecte dans l'organisme humain des échantillons de la bactérie ou du virus à combattre afin d'apprendre au système immunitaire à les reconnaître puis à manufacturer les anticorps nécessaires pour les éliminer. On fait de la sorte appel à l'une des grandes qualités du système immunitaire: son excellent mémoire. En effet, lorsque celui-ci a appris à annihiler une bactérie ou un virus, il s'en souvient durant toute notre vie. Dès lors que l'infection réapparaît, le système immunitaire réagit promptement et efficacement. C'est ainsi que lorsque nous avons combattu le virus de la grippe, jamais plus celui-ci nous infectera à nouveau. Cependant nous atrapons de temps à autre la grippe, car le virus responsable change régulièrement d'apparence et, conséquemment, notre système immunitaire doit réapprendre à le reconnaître.

Trois grandes catégories de vaccins

Le premier type consiste en l'injection de micro-organismes qui ont préalablement été tués. Il s'agit de vaccins inertes qui permettent au système immunitaire de reconnaître simplement ces micro-organismes. «On prend l'agent infectieux responsable de la maladie et on l'inactive par un procédé quelconque (chaleur ou produit chimique tel que le formol), explique le Dr Dugré. On détruit

par le fait même sa capacité à induire la maladie, mais on conserve son pouvoir antigénique afin que l'organisme détecte sa présence et développe les anticorps appropriés».

La deuxième méthode de vaccination consiste à injecter des micro-organismes vivants mais non virulents. «Au lieu de tuer l'agent infectieux, on enlève ses propriétés toxiques, rapporte le virologue. Administré ensuite à un individu, la bactérie ou le virus se multiplie mais ne produit pas la maladie. Ce vaccin mime l'infection et stimule le système immunitaire du receveur.»

Le Dr Dugré relate toutefois que l'absorption d'un vaccin — qu'il s'agisse d'un produit actif ou inactif — peut rendre certaines personnes légèrement malades. «C'est une réaction normale, dit-il, car il s'agit d'une indication que le système immunitaire répond bien à l'agression. Souvent le patient fera un peu de fièvre, mais les réactions varient d'une personne à l'autre. Il s'agit toutefois d'une agression bénéfique, puisqu'elle est due à un vaccin et non à un agent dangereux», ajoute-t-il.

«Pour une autre catégorie de vaccins, nous ne faisons pas appel aux micro-organismes comme tels, mais plutôt à la substance chimique qu'ils sécrètent. En effet, pour certaines maladies, ce n'est pas la bactérie ou le virus qui cause les dommages mais plutôt la toxine qui en est sécrétée. C'est le cas notamment de la diphtérie et du tétanos, précise Robert Dugré. Ce type de vaccins est donc fabriqué à partir de la substance chimique sécrétée par le micro-organisme, à laquelle on enlève ensuite toute virulence. Cette substance garde néanmoins ses caractéristiques antigéniques». C'est d'ailleurs en vertu de ce principe que BioVac produit les vaccins contre le tétanos et la diphtérie.

Robert Dugré annonce que nous entrons à l'heure actuelle dans l'ère des vaccins de

nouvelle génération. «Au lieu de prendre la bactérie ou le virus pour en faire un vaccin, nous utilisons uniquement l'antigène — c'est-à-dire la portion du micro-organisme qui éveille le système immunitaire. Lors de la vaccination, nous ne donnons donc plus l'agent infectieux, mais une portion de celui-ci.»

Il n'existe présentement sur le marché qu'un seul vaccin de ce type: il s'agit du produit contre l'hépatite B avec lequel on a réalisé de vastes campagnes de vaccination auprès des étudiants québécois. «Il s'agit du premier succès du génie génétique», constate le Dr Dugré. D'autres vaccins «génétiques» sont également en préparation, mais il faudra vraisemblablement plusieurs années de travaux cliniques avant de pouvoir les utiliser.

Par ailleurs, une application révolutionnaire des vaccins a été découverte ces dernières années: certains vaccins peuvent servir non plus à la prévention mais au traitement d'une maladie déjà en cours. Pour cette raison, ces vaccins sont dits «thérapeutiques». Toujours en suivant le principe à la base de la vaccination, on stimule le système immunitaire d'un patient pour l'aider à combattre la maladie. L'exemple type est le vaccin BCG fabriqué par BioVac et qui sert normalement à prévenir la tuberculose. Mais voilà qu'on utilise également ce vaccin pour traiter le cancer de la vessie.

Il s'agit même d'une innovation très récente, rapporte le Dr Dugré, puisque ce n'est que l'année dernière que l'Association américaine des urologues a reconnu le vaccin BCG comme le médicament le plus efficace contre le cancer de la vessie. Et le vice-président de BioVac d'ajouter fièrement: «Notre produit a été le premier vaccin au monde à être reconnu efficace pour le traitement d'une maladie». Voilà une belle réalisation à inscrire au palmarès du génie québécois!.

Le génie biomédical

Rendre la liberté aux victimes de maladies cardiaques

CLAUDE LAFLEUR

Couché dans un lit d'hôpital, vous êtes aux soins intensifs, branché à un moniteur qui suit avec vigilance les battements de votre cœur... Le cardiologue vous dit que tout va bien. Il précise que vous avez été victime d'une défaillance cardiaque il y a quelques jours, mais que maintenant votre état est stable. Vous pourriez même commencer à marcher, ce qui serait très souhaitable puisque cela éviterait que votre condition physique ne se détériore davantage. Malheureusement, vous devez rester rivié sur votre lit, car vous êtes branché en permanence au moniteur...

Aux yeux de Pierre Montesano, président de Bioma Recherche inc., cet état de fait est insensé. «Non seulement un patient doit bouger pour retrouver sa condition physique, mais il occupe en plus un lit de soins intensifs uniquement parce qu'il est lié à un moniteur cardiaque. En pratique, ce patient pourrait être placé

n'importe où dans l'hôpital — dans une chambre ordinaire ou dans une autre unité de soins —, du moment que l'on puisse suivre l'état de son cœur.»

C'est pourquoi, en 1990, cet entrepreneur en haute technologie a eu l'idée de concevoir un système qui permettrait de surveiller constamment, mais à distance, les battements cardiaques du patient tout en lui offrant la possibilité de se déplacer. Le principe de base est simple: le malade porterait à sa taille un petit *walky-talky* qui transmettrait par ondes radios à la console de *monitoring* les signaux télémétriques (voir dessin). Toutefois, si cette idée est simple, sa mise en œuvre a été une toute autre affaire, car personne ne fabriquait un dispositif semblable au Canada.

Une équipe de spécialistes

«Tout était à faire», explique M. Montesano. Ainsi, il a dû recruter une équipe de spécialistes et réunir les expertises nécessaires en allant

frapper aux portes de diverses institutions scientifiques québécoises. Comme premier geste, M. Montesano a décidé d'orienter son entreprise uniquement vers la conception et la fabrication de systèmes télémétriques pour des besoins biomédicaux. «Des firmes comme la nôtre, il n'en existe qu'une douzaine... sur toute la planète!» précise-t-il avec fierté. Bioma Recherche, une PME située sur la rue Sherbrooke, fait donc partie des nouvelles entreprises montréalaises qui ont décidé, en quelque sorte, de mettre la science et la technologie au service de tout le monde.

Pierre Montesano s'est ensuite rendu à l'École polytechnique, où il y a recruté Ghislain Nadeau, un jeune ingénieur de talent qui terminait alors sa maîtrise en génie biomédical. Cet ingénieur a pris en charge la réalisation technologique du projet. Il lui fallait d'abord concevoir un émetteur miniature suffisamment petit et léger pour être portable par le patient sans l'incommoder. Il lui

fallait également assurer la transmission des signaux un peu partout dans l'hôpital.

Au fil des études préliminaires, l'idée de base a pris la forme suivante: le système comprendrait un groupe de micro-ordinateurs reliés à un récepteur radio, des émetteurs portatifs munis d'électrodes et un réseau d'antennes (voir photo). L'ensemble serait coordonné par des logiciels de communication alors que d'autres programmes assureraient le traitement et l'analyse des signaux cardiaques.

Le projet nécessitait de ce fait l'apport de spécialistes aux compétences variées. C'est ainsi que l'équipe de Bioma Recherche a fait appel aux ingénieurs du Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) pour mettre au point les systèmes de communication et les antennes. D'autres ingénieurs, de l'Institut de génie biomédical de Montréal, travaillèrent à la conception des logiciels spécialisés. En outre, Bioma Recherche recruta un certain

nombre de firmes spécialisées dans la fabrication du matériel de haute technologie et des circuits électroniques.

Bioma 7000

Le système, baptisé Bioma 7000, a été développé sous les auspices de l'Hôpital Sacré-Coeur. Celui-ci a agi à titre de conseiller pratique et comme «client». La tâche de l'ingénieur en chef (M. Nadeau) consista à coordonner ces différentes équipes et à combiner le matériel afin que tout fonctionne à l'unisson.

Il aura fallu une bonne année et demie de labeur pour mettre au point les diverses composantes. Par la suite, on procéda à la mise à l'essai du système — dans un premier temps en laboratoire, puis en milieu hospitalier. C'est finalement après trois années de recherche et de développement que l'entreprise procéda cet automne au lancement de son Bioma 7000.

Le travail n'est pas terminé pour autant; dans un sens, il ne fait même que de s'amorcer. Il faut en effet as-

surer le succès commercial du projet en implantant le système dans les hôpitaux québécois et étrangers. C'est ce à quoi se consacre désormais M. Montesano, en collaboration avec une équipe de conseillers d'affaires.

Dès le départ, celui-ci avait d'ailleurs en tête le marché international, particulièrement les États-Unis et l'Europe. «Selon notre plan d'affaires, nous pouvons espérer en vendre plusieurs centaines d'unités», dit-il. De son côté, Ghislain Nadeau s'attelle déjà à la tâche d'améliorer le produit et de développer de nouveaux systèmes. Il souligne que «la technologie évolue si rapidement que nos produits seraient périmés en quelques années si nous n'y prenions garde».

Si un jour vous avez réellement le malheur de vous retrouver hospitalisé à la suite d'un problème cardiaque mais que vous disposez néanmoins d'un minimum d'autonomie, pensez alors que votre liberté vous est peut-être due à une jeune équipe d'entrepreneurs québécois.