PER
A-522
EX.2

INTERFACE

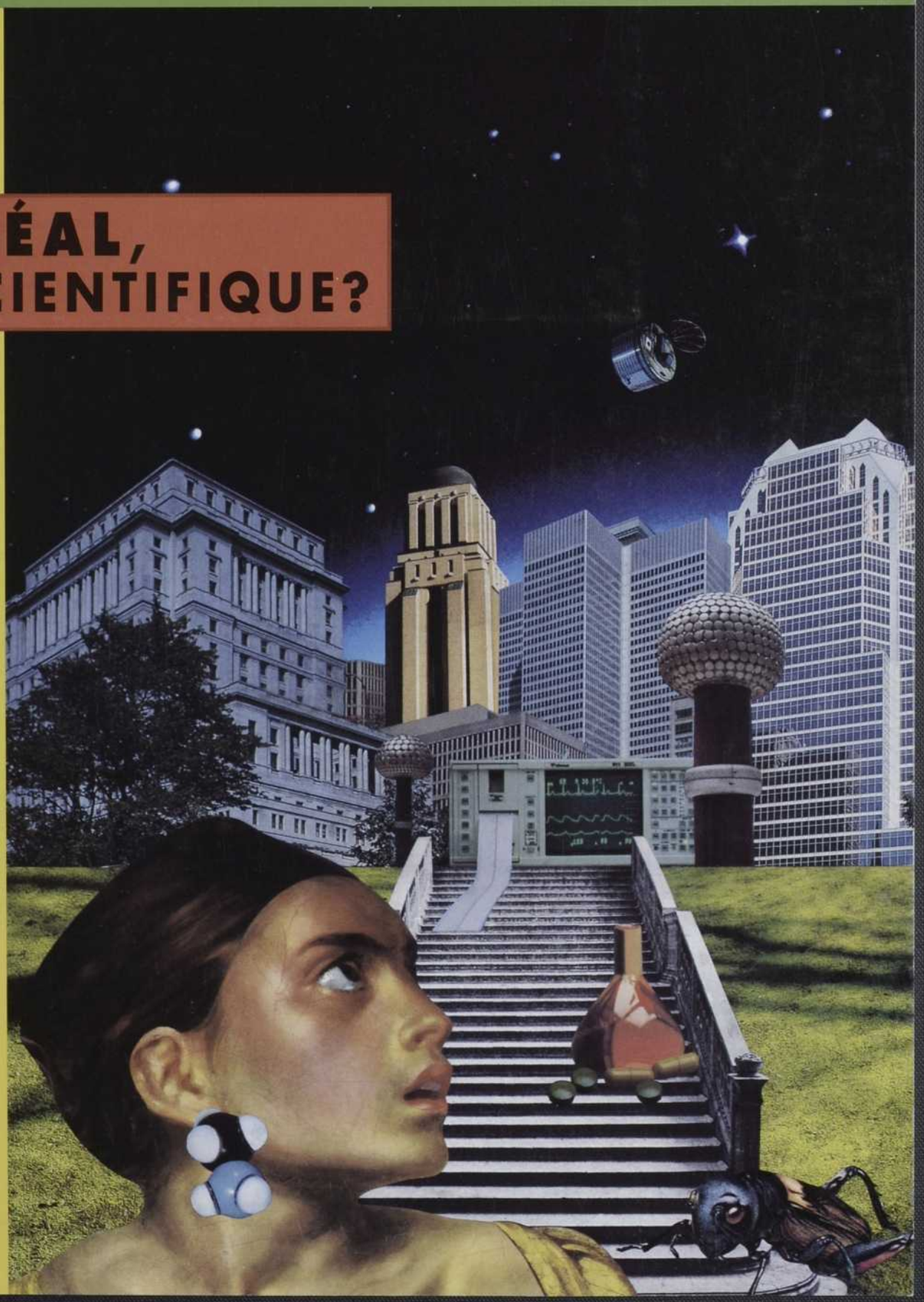
LA REVUE DE LA RECHERCHE

MAI-JUIN 1992
VOLUME 13, NUMÉRO 3
5,00 $

MONTRÉAL, VILLE SCIENTIFIQUE?



Une machine à remonter le temps



ADRESSE DE RETOUR: CASE POSTALE 6060,
MONTRÉAL (QUÉ.) H3C 3A7
ENVOI DE PUBLICATION - ENREGISTREMENT N° 6489

23
9 770826 486005

La Faculté des études supérieures

Importance

10 000 étudiants □ la plus importante au Canada □ décerne environ 260 doctorats et 2 000 maîtrises, certificats et diplômes d'études supérieures spécialisées chaque année.

Un corps professoral de grande qualité

A obtenu plus de 145 millions de dollars en subventions de recherche en 1990-1991 □ s'est mérité au cours de la dernière année de nombreux prix nationaux et internationaux.

Politique de financement

À même les subventions de recherche des professeurs □ charges de cours et assistanats d'enseignement ou de recherche pour les meilleurs étudiants □ l'Université consacre 2,2 millions de dollars en aide directe sous forme de bourses d'excellence □ ses étudiants se sont mérités 10,4 millions de dollars en 1990-1991 auprès des grands organismes subventionnaires.

Une Faculté dynamique

Création de nouveaux programmes multidisciplinaires et de modèles d'encadrement des étudiants □ maintien de standard de qualité de niveau international □ réduction de la durée des études.

Maîtrise des langages de base

Effort particulier pour que les étudiants maîtrisent : français, anglais, informatique, méthodes quantitatives.

La **Faculté des études supérieures** propose □ 49 certificats et diplômes d'études supérieures □ 115 programmes de maîtrise □ 74 programmes de doctorat dans les secteurs des sciences fondamentales et appliquées, des sciences humaines et sociales, et des sciences de la santé.

Université de Montréal

Demandes d'information :

pour l'Université de Montréal

Service des admissions
Université de Montréal
C.P. 6205, succursale A
Montréal (Québec)
Canada, H3C 3T5
Tél. : (514) 343-6426

pour l'École Polytechnique

Bureau du registraire
École Polytechnique
de Montréal
C.P. 6079, succursale A
Montréal (Québec)
Canada, H3C 3A7
Tél. : (514) 340-4713

pour l'École des Hautes Études Commerciales

École des Hautes Études
Commerciales
5255, avenue Decelles
Montréal (Québec)
Canada, H3T 1V6
Tél. : (514) 340-6151

MAI-
JUIN 1992
VOLUME 13,
NUMÉRO 3

SOMMAIRE

ÉDITORIAL 5

Montréal, ville scientifique: oui, mais...
Mario Polèse

FACE À FACE 9

Profession: chercheur. Ville: Montréal
Gilles Brassard
Emil Skamene
Philippe Gros
Martine Turenne



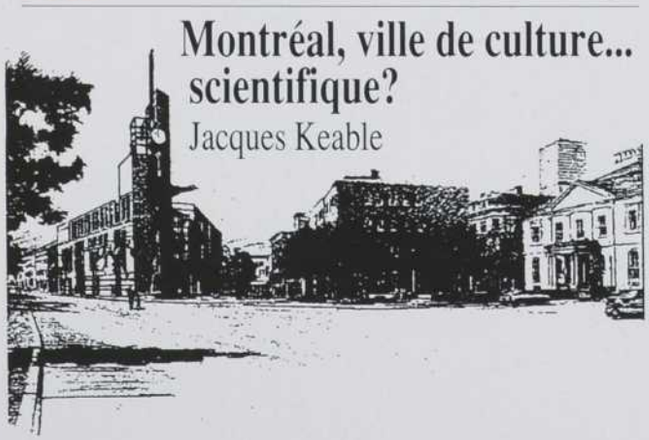
19

Dennis R. Senik

Le grand collisionneur hadronique: une machine à remonter le temps 26

Claude Leroy

MODEM 39



Montréal, ville de culture... scientifique?
Jacques Keable

SCIENCECLIPS

L'habitation à Montréal: feu sur les idées reçues 45

Sir Frobisher, chercheur d'or 47

L'asclépiade: du coton québécois 49



50

Le cerveau musicien 53

La culture *in vitro* des plantes médicinales 55

Université et PME: la coopération est-elle possible? 55



De l'eau potable grâce à la télédétection 60

CHRONIQUES

TRANSFERTS 63

SCIENCE-INTER 67

SOURCES 71

CHERCHEURS RECHERCHÉS 74

À SUIVRE 75

INTERFACE

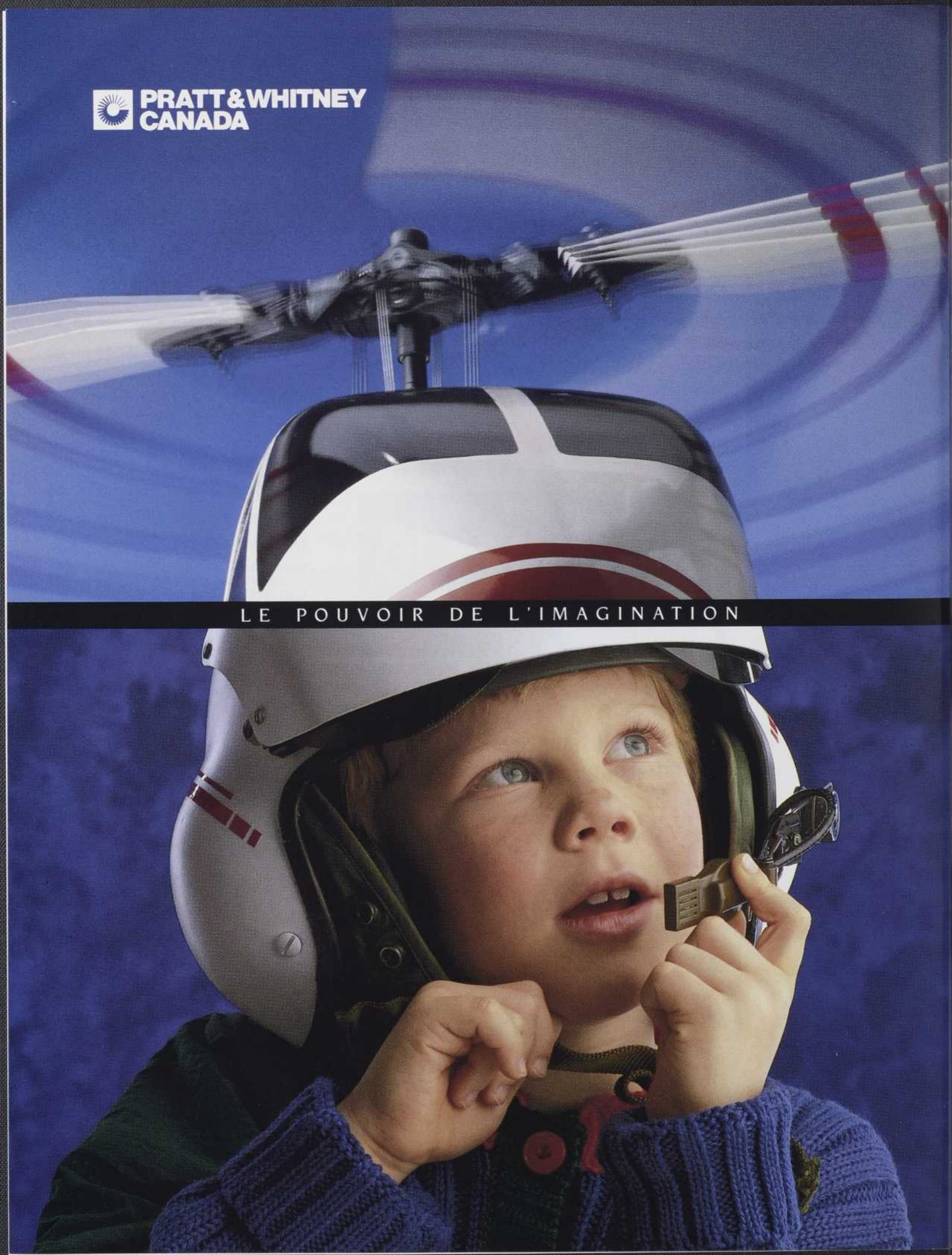
REVUE BIMESTRIELLE SANS BUT LUCRATIF.
INTERFACE EST PUBLIÉE À L'INTENTION DE LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE PAR L'ASSOCIATION CANADIENNE-FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES (ACFAS) AVEC L'AIDE DU MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA SCIENCE ET DU PROGRAMME SCIENCES ET CULTURE CANADA

DIRECTRICE ET RÉDACTRICE EN CHEF:
SOPHIE MALAVOY
DIRECTRICE GÉNÉRALE DE L'ACFAS:
FRANÇOISE BRAUN
SECRÉTAIRE DE RÉDACTION:
JOCELYNE THIBAULT
COMITÉ DE RÉDACTION:
THÉRÈSE BOUFFARD-BOUCHARD, LAURENT LEWIS, MONA NEMER, DENISE PELLETIER ET YANICK VILLEDIEU
DIRECTION ARTISTIQUE ET PRODUCTION GRAPHIQUE:
MATHILDE HÉBERT ET ANNIE PENCRECH
RÉVISION LINGUISTIQUE:
HÉLÈNE LARUE
ILLUSTRATION DE LA COUVERTURE:
HONO LULU
PUBLICITÉ :
PIERETTE LEFRANÇOIS
TÉL. : (514) 466-3095
TÉLÉC. : (514) 466-0952
ÉPREUVES LINOTRONIC :
TYPOGRAPHIE SAJY INC.
IMPRESSION :
RICHARD VEILLEUX INC.

LES ARTICLES D'**INTERFACE** PEUVENT ÊTRE REPRODUITS SANS AUTORISATION À CONDITION QUE L'ORIGINE EN SOIT MENTIONNÉE. POUR TOUTE DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS, S'ADRESSER À L'ACFAS,
425, RUE DE LA GAUCHETIÈRE EST
MONTRÉAL (QUÉBEC) H2L 2M7
TÉL. : (514) 849-0045, TÉLÉC. : (514) 849-5558

LA REVUE **INTERFACE** EST RÉPERTORIÉE DANS **POINT DE REPÈRE**
ENVOI DE PUBLICATION ENREGISTREMENT N° 6489.
MAI 1992
DÉPÔT LÉGAL : BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC,
DEUXIÈME TRIMESTRE 1992
ISSN : 0826-4864

INTERFACE EST IMPRIMÉ SUR DU PAPIER RECYCLÉ


PRATT & WHITNEY
CANADA
LE POUVOIR DE L'IMAGINATION

ÉDITORIAL

MONTRÉAL, VILLE SCIENTIFIQUE: OUI, MAIS...

PAR MARIO POLÈSE

La science ne se porte finalement pas si mal à Montréal. Il suffit de lire les articles qui suivent pour s'en convaincre. Et que de chemin parcouru dans l'espace d'une génération! Combien de centres de recherche, d'instituts, de laboratoires, etc., dont ce numéro d'*Interface* fait état, existaient en 1960? Mon institut, l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), n'a pas encore fêté ses 25 ans. Nous sommes à des années-lumière de la «grande noirceur», des années 50 où la science était la chose des «autres», où, toutes proportions gardées, cinq fois plus d'étudiants sortaient des universités de langue anglaise que des universités de langue française. Oui, le Québec a connu une révolution.

Les résultats de cette révolution ne se voient pas uniquement en matière de science et de recherche, mais aussi dans la disparition de l'écart de revenus entre francophones et anglophones (qui se rappelle encore du rapport Laurendeau-Dunton et de ses cris d'alarme à cet égard?), dans l'essor de l'entrepreneurship québécois (nommez-moi trois grandes sociétés industrielles francophones en 1960) et dans les changements profonds de la structure économique de notre province. Bien sûr, bien sûr, tout ne va pas bien, loin de là, surtout en cette période de récession et de confusion constitutionnelle. Mais, avant de sombrer trop facilement dans un pessimisme à la mode, il n'est pas mauvais de s'arrêter un petit instant pour prendre toute la mesure d'où nous sommes partis.

Les comparaisons à n'en plus finir avec Dieu sait quel autre groupe, pays ou ville (avons-nous plus de laboratoires *per capita* que la Corée du Sud ou Atlanta?) me paraissent moins intéressantes que de savoir si nous progressons dans le bon sens, à un bon rythme. De toute façon, je fais peu confiance aux chiffres et aux comparaisons internationales en matière de dépenses en R-D (c'est le chercheur qui parle), ces données étant notoirement faussées par des interférences fiscales et autres. Il suffit que l'État consente de nouvelles déductions d'impôt pour que des entreprises, avec l'aide d'un bon comptable, se découvrent soudain une vocation en R-D! Et comment, dans le secteur tertiaire moderne (disons le génie-conseil), distinguer les activités de R-D des activités normales de production ou de prestation de services? Notre employé de SNC-Lavalin, en train de concevoir un meilleur système de gestion de l'eau pour la ville de Dakar, fait-il de la R-D ou non?

Cette parenthèse étant fermée, revenons à Montréal. Sa situation, comme ville de science, n'est ni glorieuse ni catastrophique. Nous ne sommes ni Boston, ni San Francisco, et il ne faut pas s'en scandaliser. Cependant, j'ai la conviction, mais sans posséder tous les chiffres à l'appui, que nous nous comparons favorablement à bien des métropoles de taille semblable. Mais, je le répète, là n'est pas la question. La première révolution (tranquille) révolue, vers quels objectifs faudra-t-il maintenant se tourner pour assurer le progrès de la science et de la recherche chez nous? La question est trop vaste pour un petit éditorial de quelques pages; aussi, je ne prétends pas posséder toutes les données nécessaires pour y répondre. Puisque j'ai commencé par évoquer la révolution tranquille, je vais

Mario Polèse est professeur à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-Urbanisation).

CONSEIL D'ADMINISTRATION 1991-1992
ASSOCIATION CANADIENNE-FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Bruno Battistini, étudiant, délégué du Regroupement des étudiants en maîtrise et doctorat de l'Université de Sherbrooke (REMDUS), Faculté de médecine, Université de Sherbrooke

André Boudreau, langue et linguistique, adjoint à la vice-rectrice aux ressources humaines, Université Laval

Françoise Braun (secrétaire), anthropologie, directrice générale, Acfas

Maurice Cohen, mathématiques, vice-recteur, Relations institutionnelles et finances, Université Concordia

Alain Marc Couturier, étudiant, administration scolaire, Université Laval

James de Finney, études françaises, vice-doyen, Faculté des études supérieures et de la recherche, Université de Moncton

Gilles Y. Delisle (président), génie électrique, professeur, Faculté des sciences et de génie, Université Laval

François Dubé, biologie cellulaire, professeur-chercheur, Département d'océanographie, Université du Québec à Rimouski

André Fauchon, géographie, professeur, Faculté des arts et des sciences, Collège universitaire de Saint-Boniface

Michel Guindon (trésorier), administration des affaires, professeur, Hautes études commerciales, Montréal

Brigitte Jaumard, recherche opérationnelle, professeure-chercheuse, Département de mathématiques appliquées, École polytechnique de Montréal

Réal L'Archevêque (président sortant), génie électrique et électronique, vice-président, Recherche et technologie, le Groupe SNC, Montréal

Maryse Lassonde (2e vice-présidente), neuropsychologie, professeure, Département de psychologie, Université de Montréal

Pierre Yves Leduc, mathématiques, doyen, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke

Marcienne Lévesque, psychopédagogie, professeure, Faculté des sciences de l'éducation, Université de Montréal

Bruno Maranda, biologie cellulaire et microscopie, chercheur scientifique, Maranda Technologies inc., Gatineau

Henri Navert (1er vice-président), médecine, directeur médical, Phoenix International/Sciences de la vie, Montréal

Édouard Potworowski, immunologie, professeur, Institut Armand-Frappier, Laval

Louise Quesnel, génie, vice-présidente, Développement corporatif, Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM)

François Ricard, littérature française, professeur, Département de langue et littérature françaises, Université McGill

Jean-Pascal Souque, éducation, directeur adjoint, Musée national des sciences et de la technologie, Ottawa

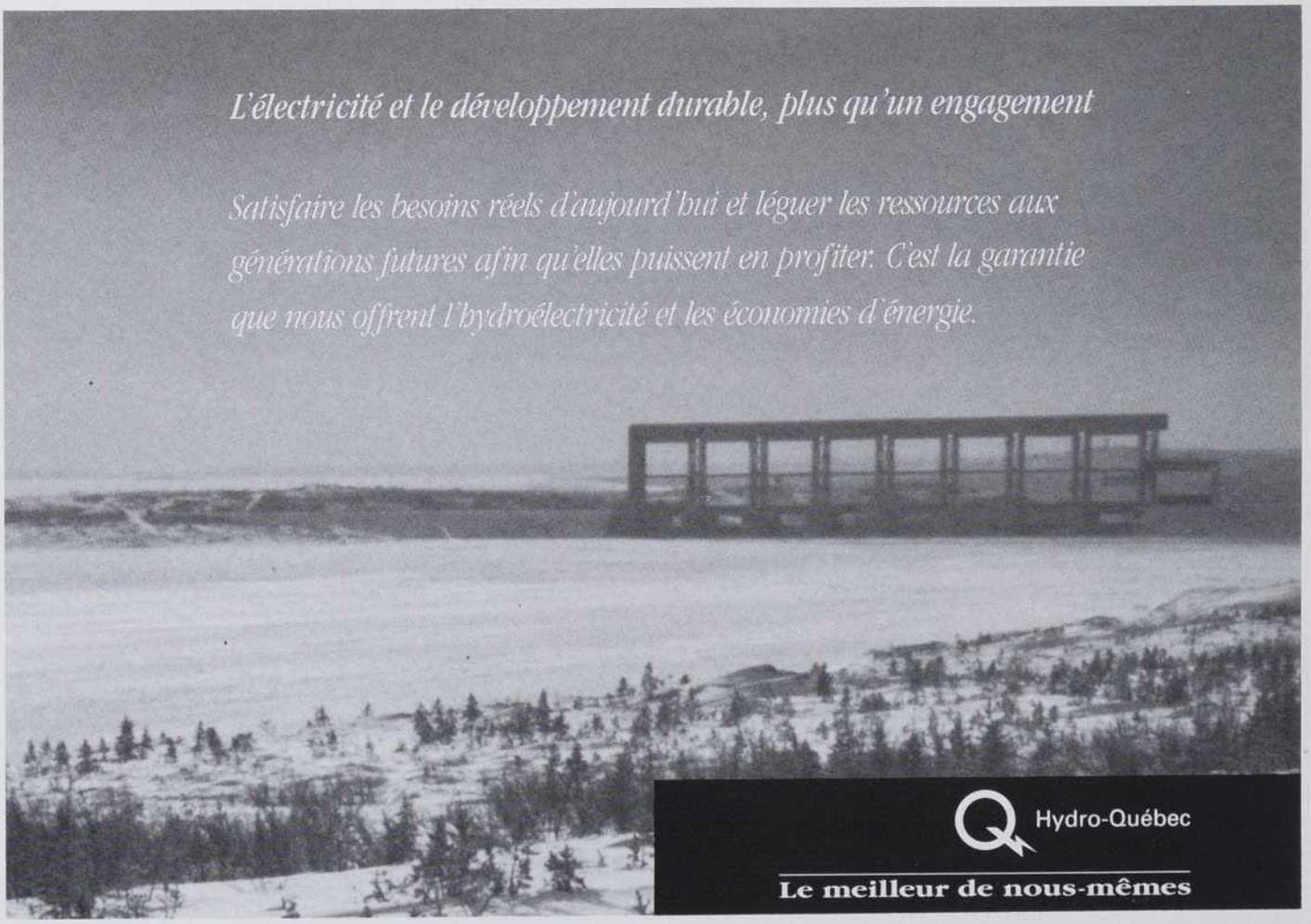
Jean-Marie Demers (archiviste), biologie, professeur retraité, Département des sciences biologiques, Université de Montréal

m'attaquer à un dernier poids du passé dont nous devons maintenant nous libérer pour assurer l'avancement des sciences chez nous. Je parle de la question linguistique.

Il y a peu de temps, Jacques Parizeau, dans une entrevue accordée à la revue *Times* (globalisation oblige), affirmait qu'il «botterait le derrière à quiconque ne sait pas parler anglais». Je me rappelle vaguement que René Lévesque, au moment du dépôt en Chambre de la Charte de la langue, la défendait à peu près dans les termes suivants: sa mise en application permettrait enfin aux Québécois de parler anglais sans complexes. Or, il est temps de le dire tout haut, aujourd'hui, plus de quinze ans après l'introduction de la loi 101 (une mesure à laquelle je demeure toujours très largement favorable), tout Québécois avec la moindre ambition, surtout s'il cherche à poursuivre une carrière scientifique, se doit absolument de maîtriser l'anglais. Que cela puisse encore faire l'objet d'un débat me dépasse. Cela n'a rien à voir avec le patriotisme, la fierté nationale ou la défense de la langue; ce n'est plus une question politique, ou du moins ne devrait plus l'être. C'est une question de culture scientifique, de culture tout court.

L'Acfas y a un rôle à jouer, précisément parce qu'elle porte l'adjectif «française» dans son nom. Elle doit décider où se situe sa priorité: si c'est la promotion de la culture scientifique des Québécois et des autres francophones du Canada, alors promouvoir l'apprentissage de la langue anglaise en sera forcément un élément. Et il faudra le faire sans pudeur. L'association coréenne pour l'avancement des sciences (ou quelque chose du genre, si elle existe) pousse certainement ses membres à apprendre l'anglais, et y voit sans doute un geste d'affirmation nationale. Plus ses membres seront instruits, plus la collectivité sera forte sur la scène internationale; le même raisonnement vaut ici. Nous ne sommes pas la seule collectivité dont l'élite scientifique doive aujourd'hui s'exprimer dans une langue seconde pour réussir; c'est plutôt la règle. Ce sont les Américains, les Britanniques, qui sont l'exception. Comment peut-on même discuter de l'utilité d'apprendre la principale langue scientifique de notre époque? C'est une donnée, c'est tout.

On peut comprendre que plusieurs n'aiment pas cet état de choses. L'époque où le français était encore une *vraie* langue internationale n'est pas si lointaine; il avait même un certain poids comme véhicule scientifique international. Mais, ce



n'est pas la faute des Québécois (ce n'est la faute de personne finalement) si les États-Unis ont surgi, au cours de ce siècle, comme *la* puissance scientifique de la planète, si l'anglais s'est installé comme la langue seconde, aujourd'hui incontestée, dans tous les grands pays d'Asie (Japon, Inde, Corée, Chine, Indonésie), sans oublier sa pénétration en Europe, Allemagne, Scandinavie, Pays-Bas, et qui dépasse de plus en plus les limites de l'Europe germanique. Je me demande s'il existe encore quelque part, en 1992, un pays non anglophone dont la principale langue seconde apprise à l'école ne soit pas l'anglais? À part les pays du Maghreb pour le français, et peut-être quelques pays de l'Est pour l'allemand (la Hongrie, la Slovénie?) ou le russe (!), aucun autre exemple ne vient spontanément à l'esprit.

Je répète, l'on ne demande pas aux Québécois d'aimer cet état de choses, mais seulement d'en tirer les conclusions qui s'imposent, si l'on désire promouvoir la recherche scientifique chez nous. Aussi, disons-le sans crainte, ce n'est pas parce que l'on entendra parfois parler anglais dans nos laboratoires, parce que nos scientifiques écriront souvent en anglais, que la langue française sera menacée sur notre territoire. Elle ne sera pas pour autant une langue plus pauvre, moins utile ou moins belle. Ma foi! toutes les sociétés de la planète ne peuvent pas exiger en même temps que leur langue propre soit aussi la langue scientifique internationale; mais cela ne les empêche pas pour autant de faire respecter leur langue sur leur territoire. Notre condition à cet égard n'est pas exceptionnelle. Et les mesures à prendre ne demandent pas de réflexion spéciale.

Revenons donc à Montréal. Il n'y a aucun doute que l'histoire mouvementée du Québec (du moins à l'échelle de notre continent) depuis les années 1960 n'a pas rendu plus facile le développement de la recherche scientifique. Les problèmes de recrutement ont incontestablement freiné l'évolution des activités de recherche à Montréal. Mais comment pouvait-il en être autrement? Il fallait sans doute passer par là. Or, passons maintenant à l'étape suivante.

La recherche scientifique est avant tout une question de ressources humaines; ou vous les formez vous-même, ou vous les importez. Une société de notre taille n'a d'autre choix que d'en «importer», tout en assurant la formation des ressources locales. En termes concrets, il faut que les laboratoires de Montréal puissent, sans problèmes, faire venir des collègues du Texas, de Californie ou du Japon et que les nôtres puissent communiquer (et être connus) là-bas. Bien entendu, le chercheur étranger qui arrive ici comme immigrant, avec l'intention d'y demeurer, doit s'intégrer (ou du moins ses enfants) à la culture de notre pays. C'est bien pour cela que les principales provisions de la loi 101 doivent rester en vigueur. Il est tout aussi normal que la production scientifique au Québec (comme dans le reste de la francophonie) se fasse surtout en français; ce n'est pas demain que je vais soumettre un travail en anglais au congrès de l'Acfas ou à un ministère québécois. Mais tout cela ne devrait pas nous empêcher de promouvoir, dans nos écoles, nos instituts, nos laboratoires, etc., une culture et une ambiance scientifiques qui accorderont à la langue anglaise la place essentielle qui lui revient, pour que Montréal devienne, encore plus qu'elle ne l'est aujourd'hui, une ville d'accueil et de rayonnement pour la communauté scientifique internationale. ■

L'Université de Sherbrooke

Un choix de vie



Quelque 18 000 étudiants choisissent de profiter de la vie à l'Université de Sherbrooke dans un environnement favorable au travail intellectuel et à l'épanouissement personnel. Un encadrement pédagogique exceptionnel et la dimension humaine des relations entre les étudiants et les professeurs font de Sherbrooke une université où l'enseignement conduit à la réussite.

Renseignements sur les programmes:
(819) 821-7681
1-800-267-UDES (sans frais)

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
UN PAYS DE CONNAISSANCE



CANADA

PRIME MINISTER · PREMIER MINISTRE

Je suis heureux de transmettre mes plus cordiales salutations à tous les délégués du 60e congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, qui se tient à l'Université de Montréal.

En ce monde en constante évolution qui est le nôtre, la science occupe une place de premier plan et joue un rôle essentiel dans le développement social et économique de nos sociétés. Le congrès de l'ACFAS témoigne à cet égard de l'importance et de l'excellence des travaux de la communauté scientifique d'expression française. Non seulement il est l'occasion d'interactions enrichissantes, mais il permet aussi de mettre en commun des expériences originales et de jeter un regard neuf sur les grandes questions de l'heure.

Je félicite les organisateurs du congrès et vous souhaite à tous et à toutes de très fructueux débats.

OTTAWA
1992

PROFESSION: CHERCHEUR VILLE: MONTRÉAL

PAR MARTINE TURENNE







GILLES BRASSARD, EMIL SKAMENE ET PHILIPPE GROS: QUEL EST LE POINT COMMUN? CES PROFESSEURS VIENNENT CHACUN DE REMPORTER UNE RÉCOMPENSE PRESTIGIEUSE POUR LEURS TRAVAUX, LA GLOIRE EN QUELQUE SORTE. DE PLUS, ILS HABITENT TOUS LES TROIS À MONTRÉAL. MAIS L'ANALOGIE S'ARRÊTE LÀ. CE SONT TROIS PARCOURS DIFFÉRENTS QUE NOUS VOUS PRÉSENTONS ICI, QUI TÉMOIGNENT D'UNE CHOSE: IL SE FAIT DE LA RECHERCHE DE HAUT CALIBRE À MONTRÉAL. TROIS EXEMPLES ET NON TROIS EXCEPTIONS. CAR ILS NE SONT PAS SEULS...

GILLES BRASSARD
DANS L'UNIVERS DES CODES SECRETS

Gilles Brassard est un cas! À 35 ans, cryptologue le plus en vue au pays, concepteur d'un prototype unique au monde, ce jeune scientifique vient de remporter coup sur coup deux prestigieux prix: la bourse Steacie, dont on dit qu'elle est «la plus haute distinction décernée par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada», et le prix Urgel-Archambault, décerné annuellement par l'Acfas pour des recherches en sciences physiques, mathématiques et génie.

Gilles Brassard a deux ans devant lui pour faire ce qu'il veut. Grâce à la bourse Steacie, qui n'est offerte qu'à quatre chercheurs à travers le pays chaque année, le jeune professeur d'informatique, déchargé de sa tâche d'enseignant, a toute la latitude nécessaire pour mener à bien ses propres projets, sans comptes à rendre à qui que ce soit. «Je suis entièrement libre. Je peux partir en voyage demain matin si je veux. Mais bon, j'ai bien des choses à faire ici.»

Entre autres choses: la concoction d'un prototype nouveau genre en collaboration avec l'École polytechnique de Montréal, la rédaction d'articles qu'il n'a pas eu le temps d'effectuer depuis 15 ans, l'étude approfondie de la physique quantique et, encore et toujours, de la recherche fondamentale, à un niveau théorique «dans le sens délirant du terme», précise-t-il.

Ces deux prix viennent s'ajouter à un parcours sans fautes pour Gilles Brassard. Il obtenait son baccalauréat à 17 ans, une maîtrise trois ans plus tard et un doctorat à l'Université Cornell à 24 ans. Neuf ans plus tard, en 1988, il devenait à 33 ans le plus jeune professeur titulaire de l'histoire de l'Université de

Montréal. Le reste de son curriculum vitae est à l'image de cette précocité: chercheur invité à Berkeley; une quarantaine d'articles, à la fois pour des revues et des encyclopédies; trois livres; une soixantaine de conférences à travers le monde et des découvertes saluées partout. Des revues comme *Nature*, *Science*, *Scientific American* ou *La Recherche* ont fait largement écho à ses recherches. Et Gilles Brassard trouve aussi le temps d'être éditeur en chef de la revue savante de sa branche scientifique: le *Journal of Cryptology*.

Petit prodige des sciences, issu d'une famille de chercheurs, Gilles Brassard s'est amené en informatique à l'Université de Montréal alors qu'il n'avait que 13 ans! «D'accord, ce n'est pas la norme, mais ce n'est pas exceptionnel non plus!», dit-il aujourd'hui. À peine adolescent dans un univers de jeunes adultes, Gilles Brassard n'a pas eu alors l'impression d'être une bête curieuse. «À 13 ans, j'étais plus à ma place à l'université qu'à 12 ans au début du secondaire. Mais ce genre de précocité est plus évident en sciences pures et appliquées, plutôt qu'en sciences sociales où là, la maturité a beaucoup d'importance; avoir 13 ans, dans ce cas-là, c'est beaucoup trop jeune.»

ILS NE SONT PAS SEULS...

Jacques de Champlain, professeur de médecine à l'Université de Montréal, a remporté le prix Izaak-Walton-Killam 1991 (voir l'entrevue dans *Interface*, vol. 12, n° 5, septembre-octobre 1991).

DE LA CRYPTOGRAPHIE...

À travers l'informatique théorique et appliquée, Gilles Brassard commença à s'intéresser à la cryptologie, à laquelle il appliquera des années plus tard la théorie de la physique quantique.

La cryptologie, c'est à l'origine la science des codes secrets, divisée en deux branches soeurs mais distinctes: la cryptographie, qui consiste à chiffrer ou coder une information de manière à la rendre inintelligible, et la cryptanalyse, utilisée justement pour briser cet encodage, pour déchiffrer le secret. «Ce sont deux sciences complémentaires, mais bien différentes.»

Cryptologie et informatique sont en soi reliées. Le premier ordinateur, Colossus, a été conçu en Angleterre durant la Deuxième Guerre mondiale par des cryptanalystes. Il s'agissait alors de trouver un moyen efficace pour briser les codes secrets allemands. «Cet ordinateur est resté complètement secret jusqu'en 1970. Même les Allemands ignoraient tout de son existence et ne savaient absolument pas que les Alliés avaient percé leurs codes secrets durant la dernière guerre mondiale.»

L'ordinateur a ainsi bouleversé les fondements mêmes de la cryptanalyse. «Ce qui est ironique, explique Gilles Brassard, c'est que l'ordinateur a vu le jour grâce au travail des cryptanalystes, mais est essentiellement utilisé aujourd'hui par des cryptographes, qui s'en servent pour codifier des données. L'ordinateur permet ainsi de chiffrer des systèmes tellement sophistiqués que même l'appareil le plus perfectionné que l'on connaisse ne peut en briser les codes. Du moins dans l'état actuel de nos connaissances. Résultat: l'ordinateur a créé les conditions de la chute même de son concepteur: la cryptanalyse.»

Voilà où nous en sommes. C'est à ces questions que Gilles Brassard et son collègue Charles Bennett, des laboratoires de recherche d'IBM à Yorktown Heights dans l'État de New-York, travaillent présentement. «On ne peut pas exclure pour l'instant la découverte de nouveaux algorithmes qui pourraient permettre de détruire ou de décoder ces systèmes. Le prototype que nous avons mis au point, mon collègue et moi, doit justement démontrer l'invulnérabilité absolue de notre système. Mais nous sommes très loin, de toute façon, de pouvoir décoder les systèmes existants. Ce n'est donc pas *a priori* inquiétant. Mais si ça devient un jour possible, il y a là d'énormes dangers. Ça risque de déclencher une pagaille inimaginable. Par exemple, si quelqu'un réussissait à briser un système commercial, c'est toute l'économie qui risquerait de se trouver par terre.»

Il n'y a aucune preuve que ça ne se fera jamais. «Peut-être dans un milliard d'années, je ne sais pas! La principale raison d'être de mes recherches, c'est de mettre au point un système cryptographique dont on pourrait démontrer l'invulnérabilité absolue. Je peux dire déjà que c'est théoriquement réalisé. Mais nous sommes encore loin d'une application convaincante.»

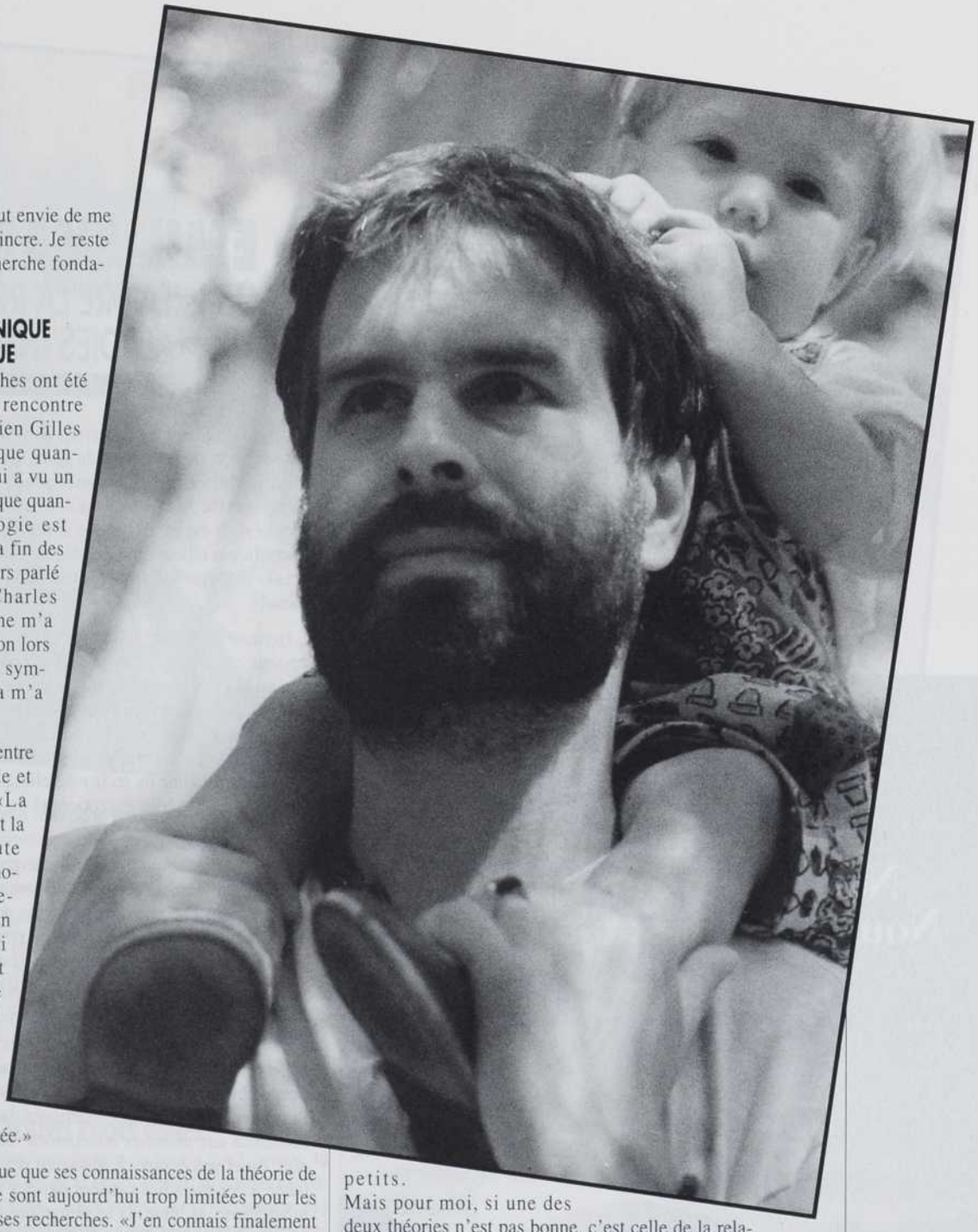
Une voie «plus pratique» a cependant été découverte en 1979. Un prototype, conçu par Gilles Brassard et Charles Bennett, se trouve aux États-Unis dans les laboratoires de recherche d'IBM. «Ce n'est qu'un jouet. Il est parfaitement inutile du côté pratique. Mais il réussit à démontrer que notre idée de base n'est pas du pur délire, que c'est essentiellement vrai.»

Le joujou en question ne permet de communiquer que sur une distance de 32 centimètres! «On est loin du réseau mondial!», dit Gilles Brassard en riant. Mais le deuxième prototype, qui sera mis au point au cours des prochaines années en collaboration avec l'École polytechnique, tentera de se rendre à 100 mètres. Ce sera nettement plus convaincant, mais tout cela reste au niveau de l'inapplicable à une échelle moyenne.» Plus réaliste, en tout cas, que le prototype qui existe déjà chez son collègue Charles Bennett. «Mais pas assez pour intéresser qui que ce soit de l'industrie, pour le côté mercantile de la chose.»

Ce côté «mercantile» ne préoccupe pas Gilles Brassard. «Je ne m'occupe pas des conséquences pratiques de mes recherches. Bon, disons que je m'en préoccupe! Mais je ne me demande pas, lorsque je travaille sur quelque chose, si cela pourra un jour être mis en application.»

L'industrie, pour l'instant, ne manifeste pas d'intérêt pour les recherches de Gilles Brassard et Charles Bennett. «Tout simplement parce que nous n'avons pas démontré que les systèmes peuvent être violés. En fait, c'est presque sûr qu'ils ne peuvent pas l'être, du moins dans l'état actuel des connaissances, encore une fois...

«Et puis, ce n'est pas du tout évident que mon système, que son concept, puisse être implanté dans la vraie vie à des coûts raisonnables. Et comme le danger paraît vraiment trop loin, trop hypothétique, une industrie ne va pas investir des sommes astronomiques pour un danger qui n'existe peut-être pas. Et



moi, je n'ai pas du tout envie de me battre pour les convaincre. Je reste sur le plan de la recherche fondamentale.»

...À LA MÉCANIQUE QUANTIQUE

Toutes ces recherches ont été possibles grâce à la rencontre entre le mathématicien Gilles Brassard et la physique quantique. «Le premier qui a vu un rapport entre la physique quantique et la cryptologie est Stephen Wiesner, à la fin des années 60. Il en a alors parlé à un de ses amis, Charles Bennett, qui lui-même m'a entretenu de la question lors d'une rencontre à un symposium, en 1979. Ça m'a aussitôt intéressé.»

Quel est le rapport entre la physique quantique et la cryptographie? «La physique quantique dit la chose suivante: toute observation d'un phénomène va nécessairement le perturber. En partant de cette loi physique, il s'agit d'encoder un message de telle façon qu'on pourrait aussitôt déceler un espion qui entrerait en contact avec le système par la perturbation créée.»

Gilles Brassard avoue que ses connaissances de la théorie de la physique quantique sont aujourd'hui trop limitées pour les prochaines étapes de ses recherches. «J'en connais finalement peu. Enfin, c'est évidemment très relatif. Mais je sais que je vais utiliser une partie des deux années que j'ai devant moi pour étudier à fond cette théorie, à partir d'ouvrages sérieux.»

La physique quantique, découverte au début de ce siècle par Max Plank et Niels Bohr, reste pour Gilles Brassard la plus grande découverte en physique de ce siècle. Un cran devant la théorie de la relativité. «D'ailleurs, Einstein a contribué au début au développement de la quantique, mais il en est vite devenu le principal opposant. Et si on met les deux théories en opposition, elles peuvent effectivement se contredire. Mais on travaille présentement à les unifier. Ce sont deux très belles théories: la quantique se penche sur l'infiniment petit et la relativité, sur l'infiniment grand.» Gilles Brassard ignore pour quelles raisons la théorie de la relativité a beaucoup plus frappé l'imaginaire des gens que la quantique. «Peut-être parce qu'on est plus naturellement fasciné par les grands que par les petits.
Mais pour moi, si une des deux théories n'est pas bonne, c'est celle de la relativité.»

La physique quantique a été largement appliquée au domaine des sciences sociales. Une analogie boiteuse, selon Gilles Brassard. «Si on observe des indigènes, c'est vrai que plus on les approche avec une caméra, plus ils vont être perturbés. Mais cette limite que vit l'anthropologue n'est pas une limite *fondamentale*, imposée par la nature, comme dit la physique quantique. C'est une limite imposée par la maladresse. Bien sûr, il y a une analogie dans les conséquences, mais on ne peut pas en tirer une loi. Le ou la sociologue peut à la rigueur se cacher dans un arbre ou montrer plus de discrétion...» Cela dit, il conçoit fort bien ce que cette théorie puisse avoir de séduisant pour toute une école de pensée en sciences sociales.

Gilles Brassard cessera d'enseigner au cours des deux prochaines années, mais continuera de s'occuper de ses étudiants

de maîtrise et de doctorat. Deux ans d'arrêt qui ne sont pas pour lui un répit indispensable. «L'enseignement est ma première passion.» Cela doit se sentir puisqu'il a mérité l'an dernier le Prix d'excellence en enseignement de la Faculté des arts et sciences de l'Université de Montréal. «Il y a ici à Montréal une très grande liberté dans la recherche et l'enseignement. Il n'y a aucune ingérence de l'université dans mes sujets de recherche et beaucoup de souplesse pour l'enseignement.» Cette liberté, qu'il ne croit pas retrouver ailleurs, est l'un des facteurs qui l'incitent à vouloir demeurer à Montréal.

Ses étudiants l'aident d'ailleurs à vaincre le relatif isolement dans lequel il se trouve. Montréal ne regorge pas de cryptologues informaticiens. «Mais il y a aujourd'hui tellement d'occasions de rencontrer des collègues du monde entier, tellement de manières ultra-rapides de communiquer ses dernières recherches, que la présence physique, si elle est souhaitable, n'est plus essentielle.»



EMIL SKAMENE
COMPRENDRE LA RÉSISTANCE AUX MALADIES INFECTIEUSES

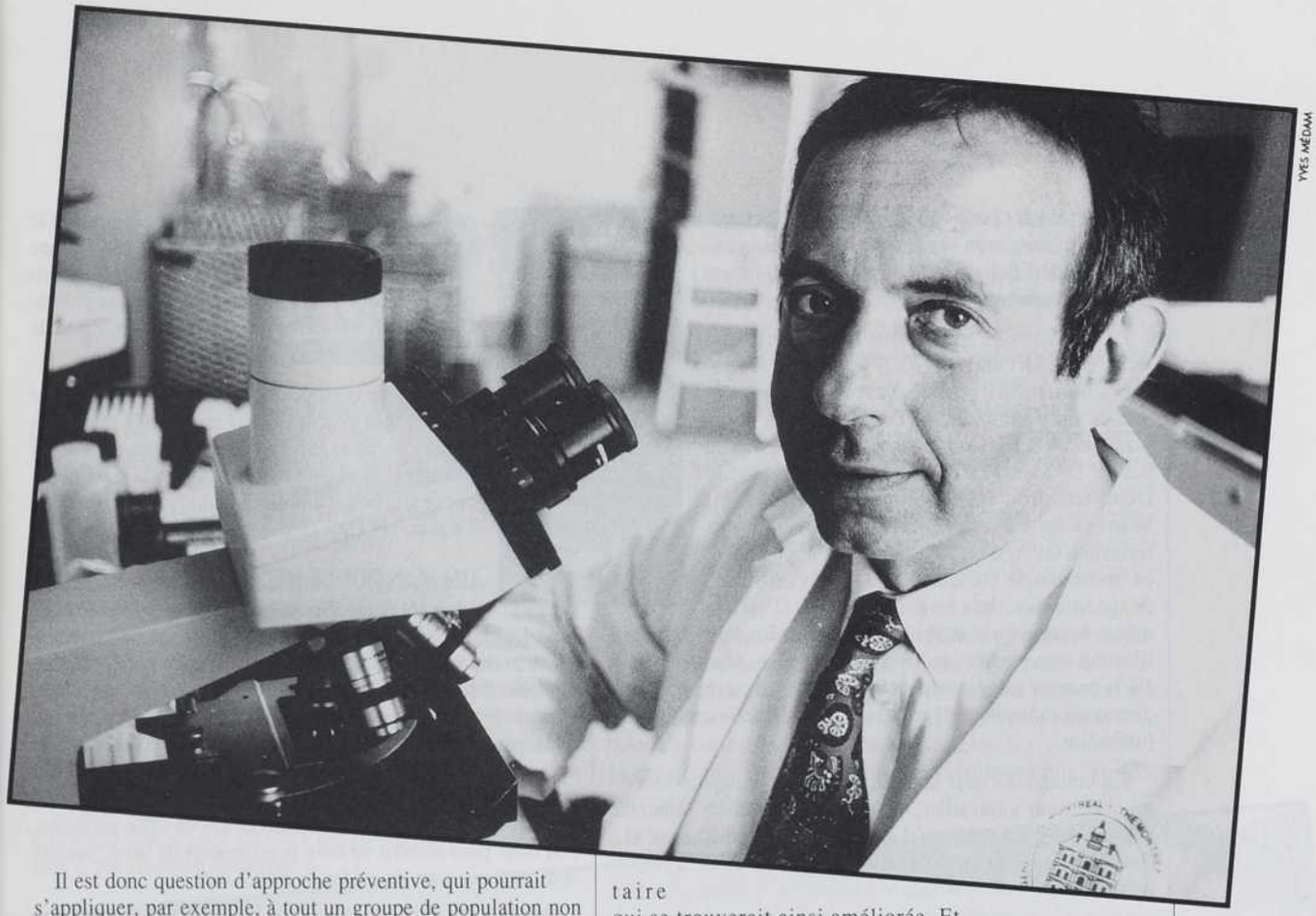
C'est le prix le plus prestigieux dans le domaine des sciences naturelles, de la santé et du génie qu'a mérité cette année le Montréalais Emil Skamene, professeur de médecine à l'Université McGill et médecin à l'Hôpital général de Montréal. Il est en effet cette année, tout comme deux autres scientifiques ailleurs au Canada, lauréat du prix commémoratif Izaak-Walton-Killam décerné par le Conseil des arts du Canada.

Homme polyglotte (il parle l'anglais, le russe, l'allemand, le tchèque et un peu le français), Emil Skamene a été couronné tout au long de sa carrière de plusieurs reconnaissances prestigieuses. Ainsi, il a reçu l'an dernier le Prix du scientifique de distinction de la Société canadienne d'immunologie et, deux ans auparavant, un prix similaire lui avait été octroyé par la Société canadienne de recherche clinique. En 1986, il obtenait une bourse de mérite exceptionnel du Fonds de recherche en santé du Québec.

Emil Skamene, qui pratique l'allergologie et l'immunologie clinique à l'Hôpital général de Montréal, dirige depuis plusieurs années une talentueuse équipe de chercheurs, dont l'un de ses «anciens», Philippe Gros, a remporté cette année une prestigieuse bourse américaine. Les scientifiques du Centre de recherche sur la résistance de l'hôte travaillent dans plusieurs domaines, qui vont de l'immunologie fondamentale à la biologie moléculaire.

Le prix que leur directeur a reçu cette année récompense l'ensemble de son travail depuis plus de 25 ans, travail axé sur l'importance des facteurs génétiques dans la susceptibilité et la résistance aux maladies infectieuses. Ses recherches l'ont conduit, lui et son équipe, à découvrir des gènes reliés à la résistance à des maladies causées par des mycobactéries, dont la tuberculose, la lèpre, la leishmaniose ou la salmonellose. Le gène qu'ils ont étudié, le BCG, régule l'activité des macrophages, cellules qui contrôleraient des infections du type intracellulaire. Une fois infectés par des organismes étrangers, ces macrophages démontrent différentes capacités à contrôler l'infection. Et ce contrôle semblerait lié à la capacité de résistance ou de susceptibilité envers ces organismes. «Nous savons maintenant qui il est et nous avons une bonne idée de ce qu'il peut faire.»

L'étude approfondie du gène ouvre de nouvelles voies, dont la possibilité d'en identifier d'autres susceptibles de contrôler ou de minimiser le risque de maladies aussi diverses que le cancer ou l'asthme. Car il s'agit bien de cela: le fait d'identifier la présence ou l'absence du gène de résistance chez telle personne ou telle autre permettra non pas de la traiter, mais de tenter de minimiser les différents facteurs qui pourraient causer potentiellement le développement de maladies.


YVES MÉDAM

Il est donc question d'approche préventive, qui pourrait s'appliquer, par exemple, à tout un groupe de population non porteur de ce gène de résistance. Et il serait possible dans l'avenir de minimiser les risques de maladies infectieuses.

Les craintes éthiques suscitées par toute recherche génétique ne font pas partie des préoccupations du Dr Skamene. Ce n'est pas son domaine. Il sait fort bien de toute façon que ce n'est pas demain que l'on utilisera ces formidables découvertes pour transformer le bagage génétique de l'être humain. «Tout au plus, dit-il, saurons-nous avec plus ou moins de précision si un individu est, ou non, porteur d'un gène qui pourrait le rendre résistant à certaines maladies.»

DES SOURIS ET DES GÈNES

C'est en étudiant plusieurs lignées de souris que l'équipe du Dr Skamene a identifié ce gène contrôleur d'infections mycobactériologiques. «Ainsi, nous avons pu sélectionner des souris qui démontraient certaines susceptibilités et faire des croisements entre différentes lignées afin de démontrer que le gène se trouvait à un endroit très spécifique: le chromosome 1.» Du moins chez la souris, car chez l'humain, il se trouve sur un autre chromosome. «Ces gènes ne sont pas spécifiques de nous: 40 p. cent de nos gènes ont été retrouvés chez la souris. Nous avons donc un ancêtre commun. En fait, nous sommes de grosses souris!»

Ce gène conférant une résistance à certaines maladies infectieuses a aussi été découvert chez les vaches et les poissons. Dans ces cas-ci, puisqu'il y a là un potentiel de nourriture pour l'humain, la technologie de la biologie moléculaire peut avoir de nouvelles utilités. Elle permettra notamment de transférer le gène au niveau cellulaire avant même la conception, pour pouvoir ainsi développer des vaches et des poissons résistants à ces infections. C'est toute la productivité de la chaîne alimentaire qui se trouverait ainsi améliorée. Et puisque les poissons sont devenus des denrées de plus en plus prisées sur le marché de l'alimentation mondial, le développement de tels gènes de résistance, non souhaitable chez l'humain, paraît prometteur chez les animaux comestibles. On a même identifié chez le poisson le gène qui contrôle son métabolisme, ce qui pourrait permettre de produire potentiellement des poissons plus volumineux, ayant plus de masse musculaire. «Et cela fera plus de nourriture pour tout le monde, affirme le chercheur.»

C'est à Prague, en 1968, qu'Emil Skamene obtient son doctorat en biologie expérimentale et en génétique. L'année même de l'invasion soviétique, qui le forcera à partir, avec sa femme et deux valises. «Il n'était pas question pour moi de vivre dans un pays occupé.»

Né en Pologne durant la guerre dans une famille juive, Emil Skamene et ses parents fuient rapidement les persécutions nazies. Ils trouvent refuge dans un autre pays occupé, mais où il est alors néanmoins plus facile de se cacher: la Tchécoslovaquie. Dans les années 60, il fait ses études de médecine à Prague, dans l'une des plus vieilles universités du monde, Karlova.

Près de 25 ans après y avoir obtenu son diplôme, c'est avec une autre très vieille institution pragoise, l'Université Charles, établie en 1348, que le Dr Emil Skamene a instauré un programme conjoint avec son groupe de recherche. Déjà, dix professeurs de McGill ont séjourné là-bas depuis deux ans et des étudiants tchécoslovaques viennent à Montréal régulièrement. Retourné dans la ville de son enfance après 20 ans d'absence, Emil Skamene a trouvé un pays dévasté, mais paré d'un grand potentiel. «Le moral est très, très bas. Mais les gens sont intel-

ligents et il y a là une véritable tradition démocratique. J'ai donc bon espoir que de tous les pays d'Europe de l'Est, ce soit la Tchécoslovaquie qui s'en sorte le mieux.»

Le Dr Skamene s'est joint à une équipe de recherche à McGill en 1970. Il se trouvait auparavant à Boston, où il poursuivait ses études postdoctorales sur l'immunologie cellulaire de la transplantation à la Harvard Medical School. Approché par le Dr Sam Friedman, alors directeur du Département d'immunologie à McGill, Emil Skamene entre à cette université, où il termine sa formation clinique en médecine, en allergologie et en immunologie clinique, obtenant des certificats de spécialisation dans les deux branches. C'est à la même époque qu'il établit son laboratoire de recherche à l'Institut de recherche de l'Hôpital général de Montréal. Il y a été le premier à avoir recours à l'analyse génétique pour étudier le mécanisme de la réaction du système immunitaire à l'infection.

S'il connaissait déjà la réputation de l'Université McGill avant de venir y travailler, il en savait fort peu sur Montréal. Ça lui a plus. C'est ici qu'il s'est installé définitivement et a élevé ses trois enfants, dont l'aînée, Michèle, étudie à l'École polytechnique. «Je crois que le Québec est la province la plus avantageuse pour un scientifique. Il y a ici une très grande concentration d'universitaires en médecine. Et le Québec a établi des fonds de recherche en science médicale que l'on ne retrouve nulle part ailleurs au pays. Cela fait l'envie de bien des chercheurs. Juste l'an dernier, nous avons reçu en tout 40 millions de dollars en subventions.»

ILS NE SONT PAS SEULS...

En 1989, **Wagdi Habashi**, professeur au Département de génie mécanique de l'Université Concordia, a remporté le prix Steacie du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG).

L'élite de la recherche médicale se trouve ici et les échanges avec les autres universités sont nombreux. Autre avantage très important pour Emil Skamene: la région montréalaise a la plus haute concentration d'industries pharmaceutiques au Canada. «Et elles investissent beaucoup», dit-il.

UN MANQUE DE MÉDECINS CHERCHEURS

L'argent octroyé pour la recherche médicale reste pour l'instant l'une des principales batailles du Dr Skamene. Militant durant six ans à la Société canadienne de recherche clinique, il en est aujourd'hui le président, et est décidé à faire avancer les choses. «S'il y a une chose dont je suis certain, c'est que nous avons besoin de développer un secteur très fort en recherche clinique. Comprendre et déterminer pourquoi telle personne développera telle maladie plutôt qu'une autre, c'est aussi important que l'examen en soi de cette personne. J'ai donc pour mandat de faire la promotion de cette "société distincte" que sont les médecins chercheurs.»

Pour le moment, seulement 2 à 3 p. cent des médecins se dirigent vers la recherche. C'est trop peu, croit Emil Skamene. «La médecine est une des plus grosses industries de ce pays. Si vous regardez l'argent qui s'investit dans le secteur de l'automobile, des médicaments ou de l'armée, ça n'a rien à voir! Pour progresser, une industrie sérieuse doit investir annuellement 10 à 15 p. cent de ses revenus en recherche et développement. Sinon, elle est *out* très rapidement. Un de mes buts, c'est d'en venir à établir un pareil pourcentage dans le domaine médical. En ce moment, l'État n'y investit que 1,9 p. cent de son budget. Et nous occupons ainsi presque le dernier rang dans le monde développé, bien après l'Espagne et la Grèce, dans ce domaine. Il faut accepter le fait que les soins médicaux ne peuvent se passer de la recherche médicale. Nous allons finir par perdre nos chercheurs, et ceux qui restent se sentiront de plus en plus isolés.»

Si Emil Skamene reste enthousiaste lorsqu'il parle du niveau des compétences en recherche, il se dit néanmoins perturbé par l'esprit de mécontentement qui règne au pays en ce moment. «Ça n'interfère pas dans mon travail comme tel. Mais je ne vis pas dans une bulle de verre et je n'aime pas ce qui se passe politiquement.» Si le Québec se sépare? «On peut vivre très heureux quand même, dit-il en souriant. Mais ce serait un désastre pour le Québec. Parce qu'il n'y aurait plus cette masse critique de chercheurs qui rendent cet endroit si dynamique. Et beaucoup de mes supports financiers viennent d'Ottawa.» Avec le Québec seulement, ce serait possible, mais plus difficile. Quoi qu'il arrive, Emil Skamene n'envisage pas de quitter Montréal. «J'ai déjà quitté un pays. Mais c'était pour de bonnes raisons...»

Li françois moult se muet en son langaige*

PARCE QUE VIVANTE, LA LANGUE FRANÇAISE ÉVOLUE CONTINUELLEMENT.

SON ENSEIGNEMENT EN TIENT-IL COMPTE?

ANDRÉ TURMEL, PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ LAVAL, PROPOSE UN AUTRE REGARD SUR LE CONTENU DES MANUELS DE FRANÇAIS.

LE SOUCI DE LA LANGUE
MANUELS SCOLAIRES ET ENSEIGNEMENT DU FRANÇAIS

PAR ANDRÉ TURMEL

PUBLIÉ ET DISTRIBUÉ GRATUITEMENT PAR LE CONSEIL DE LA LANGUE FRANÇAISE DU QUÉBEC

MONTRÉAL: 1-514-873-2285 • QUÉBEC: 1-418-643-2740

* (XIVE SIÈCLE): LA LANGUE FRANÇAISE CHANGE BEAUCOUP.

PHILIPPE GROS
VAINCRE LE CANCER

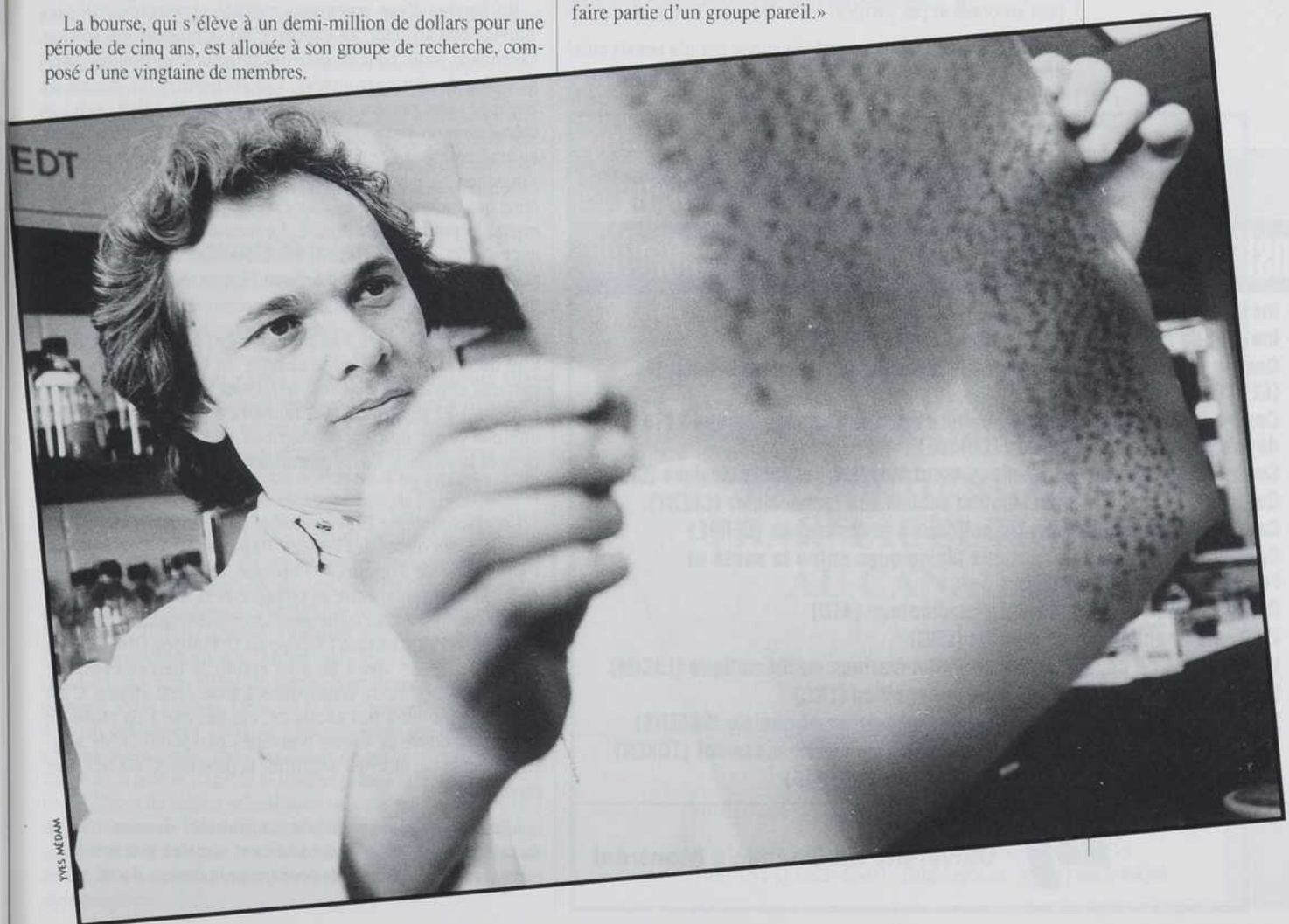
Jeune chercheur talentueux, Philippe Gros s'est trouvé catapulté parmi les grands de la science lorsqu'il a remporté cette année la bourse International Scholar de la fondation Howard Hughes dans le domaine de la recherche bio-médicale, bourse qui lui donnera l'occasion de côtoyer le gratin de la recherche scientifique à travers le monde.

C'est la première fois que cette prestigieuse récompense est accordée à des non-Américains. Philippe Gros, professeur au Département de biochimie de l'Université McGill, a bénéficié cette année de l'ouverture de la Fondation, décidée à aider aussi des chercheurs canadiens et mexicains. Il a été choisi par un groupe de scientifiques renommés, parmi une cinquantaine de chercheurs recommandés par différentes universités à travers tout le pays.

La bourse, qui s'élève à un demi-million de dollars pour une période de cinq ans, est allouée à son groupe de recherche, composé d'une vingtaine de membres.

Pourquoi lui? «La Fondation cherchait d'abord quelqu'un d'assez jeune, disons dans le premier tiers de sa carrière.» Philippe Gros a 35 ans. Et déjà une longue expérience: il a mérité de nombreuses bourses d'études, rédigé une soixantaine d'articles, participé à une quinzaine de congrès à travers le monde et prononcé une quarantaine de conférences dans plusieurs universités d'Amérique du Nord. Scolarité impressionnante: un postdoctorat au Massachusetts Institute of Technology (MIT), au laboratoire du Dr Housman; un autre à la Harvard Medical School, affiliée au Massachusetts General Hospital. C'est à McGill, en 1983, qu'il avait obtenu son doctorat en médecine expérimentale, doctorat préparé avec le professeur Emil Skamene, et qui portait sur le contrôle génétique des résistances naturelles aux infections avec des parasites intracellulaires.

Une fois la bourse de la fondation Howard Hughes octroyée, le ou la récipiendaire doit rendre des comptes une fois l'an. «On se rend présenter nos derniers résultats de recherche lors d'un week-end en retraite fermée. C'est assez incroyable de voir le groupe d'individus ainsi rassemblés. Il y a là des Prix Nobel, de très gros noms. Je me sens vraiment privilégié de faire partie d'un groupe pareil.»



La Fondation subventionne l'ensemble de la recherche du groupe de Philippe Gros, les projets plus avancés comme ceux plus «risqués» — ainsi qualifie-t-on les projets qui en sont encore au stade embryonnaire, ou pas très loin, et dont on ignore pour l'instant s'ils donneront des résultats.

«Nous en avons plusieurs que l'on peut cataloguer dans cette classe. Par exemple, notre groupe de recherche travaille présentement à cloner le gène BCG, celui que j'ai étudié lors de mon doctorat avec le Dr Skamene. Car il n'est toujours pas cloné! On sait qu'il existe, mais on ne le trouve pas. C'est comme chercher une aiguille dans une botte de foin. On est proche de le trouver, mais en même temps, on en est encore loin. Et on ne peut absolument pas savoir si on le découvrira un jour.»

Autre type de recherche problématique qui n'a jamais attiré une foule de subventions: l'étude du développement du système nerveux durant l'embryosynthèse. «Là, on a cloné le gène, le Pax-3, qui est très important lorsqu'il est défectueux. Il peut provoquer certaines maladies comme le spina-bifida. Le clonage a été réalisé chez la souris et on essaie maintenant de voir si ça peut potentiellement servir comme diagnostic prénatal. Mais il faut d'abord déterminer avec précision s'il est ou pas impliqué de la même manière chez l'humain.»

Voilà pour les expériences les plus risquées. Mais le gros des travaux de Philippe Gros, ceux sur lesquels l'ensemble de son équipe travaille, se rapportent à l'une des maladies les plus mortelles en Occident: le cancer.

CANCER: COMMENT CONTRER LA RÉSISTANCE AUTREMENT?

Recherches d'une importance capitale, et pour lesquelles les subventions affluent. Le cancer, c'est la maladie qui tue par excellence, celle pour laquelle les progrès scientifiques piétinent depuis plusieurs années. Les recherches du groupe de Philippe Gros portent sur le clonage du gène MDR, celui-là même dont on sait aujourd'hui qu'il présente des résistances au traitement de chimiothérapie, résistance immédiate à l'injection ou après plusieurs traitements. «On a trouvé la protéine qui causait cette résistance. C'est comme une pompe qui rejette le produit sitôt injecté. Le médicament n'a ainsi plus aucun effet sur la personne. Pour contrer ce phénomène, on pense maintenant à un produit qui bloquerait l'action de cette pompe. Un genre de paralyseur.»

Les essais cliniques sont présentement en phase 2, c'est-à-dire qu'on l'essaie à petite échelle sur certains groupes de patients et patientes. «C'est tellement important, tellement pressant! Et je crois que d'ici deux ans, on devrait avoir quelque chose de très, très sérieux. On pourra alors commencer la phase 3: l'expérimentation sur des personnes à très grande échelle.»

La glycoprotéine P, responsable de cette résistance, a été identifiée au début des années 70 par le Dr Victor Ling de l'Université de Toronto. À l'époque, on supposait déjà une possible association entre sa présence et la résistance des cellules cancéreuses au traitement chimiothérapique. Mais ce n'est qu'en 1985, lorsque l'équipe du Dr Philippe Gros a réussi à cloner ce gène, que l'on a pu établir le lien de causalité absolue. «Ça été notre contribution à toute cette affaire. C'est une étape toujours très excitante, car dès que l'on clone un gène, cela ouvre de toutes nouvelles perspectives, de nouveaux outils qui aident à déchiffrer la protéine. C'est très, très prometteur.»

L'importance de la recherche est évidente. «Lorsqu'il s'agit de cancer, les retombées médicales et sociales sont extrêmement concrètes.» Des outils pour traiter le cancer, il y en a fort

ILS NE SONT PAS SEULS...

Trois scientifiques de Montréal ont mérité ces trois dernières années le prix Molson du Conseil des arts du Canada, la plus haute distinction dans le domaine des arts et des sciences humaines au Canada.

1992: **Charles Taylor**, professeur de philosophie et de science politique à l'Université McGill (voir l'entrevue dans *Interface*, vol. 7, n° 3, mai-juin 1986)

1991: **Jean-Jacques Nattiez**, professeur à la Faculté de musique à l'Université de Montréal (voir l'entrevue dans *Interface*, vol. 10, n° 2, mars-avril 1989)

1990: **Fernande Saint-Martin**, professeure au Département d'histoire de l'art à l'Université du Québec à Montréal (UQAM)

Université du Québec à Montréal

instituts, centres et laboratoires de recherche

- Institut des sciences de l'environnement (ISE)
- Institut de recherches et d'études féministes (IREF)
- Centre de recherche en géochimie isotopique et en géochronologie (GEOTOP)
- Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation (CIRADE)
- Centre de recherche en développement industriel et technologique (CREDIT)
- Centre de recherche en évaluation sociale des technologies (CREST)
- Centre de recherche sur les politiques économiques (CERPE)
- Centre d'étude des interactions biologiques entre la santé et l'environnement (CINBIOSE)
- Centre d'analyse de textes par ordinateur (ATO)
- Centre de recherche en gestion (CRG)
- Laboratoire de combinatoire et d'informatique mathématique (LACIM)
- Laboratoire de neuroscience de la cognition (LNC)
- Laboratoire de recherche en écologie humaine et sociale (LAREHS)
- Laboratoire de recherche en toxicologie de l'environnement (TOXEN)
- Groupe de recherche en écologie forestière (GREF)

Université du Québec à Montréal

peu. «La chimiothérapie est un outil imparfait, occasionnant beaucoup d'effets secondaires parfois insupportables, mais cela reste un outil inestimable compte tenu de ses résultats.» Et si, pour cause de rejet, la chimiothérapie n'est pas possible pour une personne, les solutions de rechange sont peu nombreuses. C'est le traitement le plus souvent utilisé dans les cas de cancer, la seule solution lorsque la radiothérapie ou la chirurgie ne sont pas efficaces. «Déjà, si on regarde la corrélation entre cette résistance à la chimiothérapie et le taux de mortalité du cancer, la mâchoire nous tombe! C'est le moyen le plus efficace de lutter contre le cancer.»

ILS NE SONT PAS SEULS...

Léo Yaffe, professeur de chimie à l'Université McGill, a remporté, en 1990, le prix Marie-Victorin, la plus haute distinction accordée par le gouvernement du Québec dans le domaine des sciences de la nature.

Bruce Trigger, professeur d'anthropologie à l'Université McGill, a remporté en 1991 le prix Léon-Gérin, la plus haute distinction accordée par le gouvernement du Québec dans le domaine des sciences humaines.

Philippe Gros croit tout de même que l'on ne peut pas, à ce stade-ci, se permettre de rêver en couleur. «Mais même si on ne parvient à faire progresser l'espérance de vie que pour un seul petit groupe de personnes atteintes d'un seul type de cancer, ce sera déjà phénoménal.» Car la recherche sur le cancer progresse fort peu depuis plusieurs années. «Cette découverte serait déjà énorme. Le cancer est une maladie tellement complexe. S'il n'y avait qu'une cause à la maladie, on pourrait s'attaquer à un seul mécanisme. Mais les joueurs sont nombreux.» Et si certains types de tumeurs, comme celles que l'on retrouve dans les testicules, se guérissent aujourd'hui relativement bien, le nombre absolu de personnes atteintes du cancer ne cesse de croître.

SOYONS OPTIMISTES

Parce que le cancer est important, parce que tout le monde ou presque a connu personnellement quelqu'un atteint de la maladie, les fonds alloués à la lutte contre cette maladie sont généreux et constants. «Il y a un financement dans la recherche, même si je me dis que ça pourrait toujours aller mieux. Alors qu'on a coupé beaucoup d'argent ailleurs, la recherche médicale s'en est assez bien tirée. Toutefois, je suis aussi un des chercheurs les mieux subventionnés dans cette boîte, dit-il en souriant. Si vous descendez d'un étage ou deux, on vous dira sans doute autre chose au sujet de l'argent!»

Montréal est aujourd'hui un endroit dynamique, agréable pour un chercheur. «Il y a eu ici un véritable essor dans la recherche. Disons depuis six ou sept ans. Plusieurs centres de recherche se sont agrandis: l'Institut de recherches cliniques de Montréal, l'Hôpital général, l'Hôpital juif, ils ont tous construit de nouvelles ailes. C'est un signe que quelque chose se passe ici. Il y a un afflux de jeunes chercheurs.» Situation qui découle, selon Philippe Gros, de la toute nouvelle conjoncture: à la fin des années 1970, le gouvernement québécois avait sérieusement coupé dans les fonds de recherche. L'embauchage était gelé et l'âge de la retraite pratiquement aboli. D'où une sclérose du milieu scientifique. «Ce furent des années très dures pour nous. Maintenant, le milieu se régénère et je dirais que Montréal a de très bonnes cotes d'appréciation à l'extérieur. Nous sommes perçus comme des chercheurs actifs, dynamiques.»

Mais contrairement à son collègue Emil Skamene, Philippe Gros ne trouve pour l'instant aucun avantage à ce que Montréal abrite le plus grand nombre d'industries pharmaceutiques au pays. La collaboration entre le milieu universitaire et les grandes multinationales est quasi inexistante, selon Philippe Gros. «Il y a peut-être Merck Frosst, une industrie qui fait des efforts et investit beaucoup d'argent, notamment dans la construction d'un nouveau centre de recherche; mais en général, peu de choses se font en collaboration avec nous.» Il y a encore de la place pour une interaction plus marquée entre l'industrie privée et le secteur universitaire. «Surtout à un moment où il est clair que le secteur public s'essouffle de plus en plus. L'argent ne viendra plus de là. C'est donc ailleurs qu'il faut chercher de nouvelles collaborations. Mais pour l'instant, nous en sommes avec le secteur privé aux balbutiements les plus élémentaires.» ■

BOEHRINGER INGELHEIM
BIO MEGA

UN CHEF DE FILE
EN RECHERCHE
PHARMACEUTIQUE
AU CANADA

BIO-MÉGA INC.
Une filiale de Boehringer Ingelheim (Canada) Ltée

2100 rue Cunard, Laval (Québec) H7S 2G5
Tél.: (514) 682-4640 Télécopieur: (514) 682-8434



Québec

MESSAGE DU PREMIER MINISTRE

Au nom du gouvernement du Québec, j'ai le plaisir de souligner le soixantième congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences.

Par la présence d'éminents spécialistes et la diversité des thèmes abordés, ce prestigieux événement confirme l'intérêt croissant qu'il suscite au sein de la communauté scientifique. En favorisant une réflexion sur le rôle et l'importance du développement de la recherche dans l'évolution de notre société, ce forum contribue de plus à améliorer la qualité de vie de la population et celle des générations qui lui succéderont.

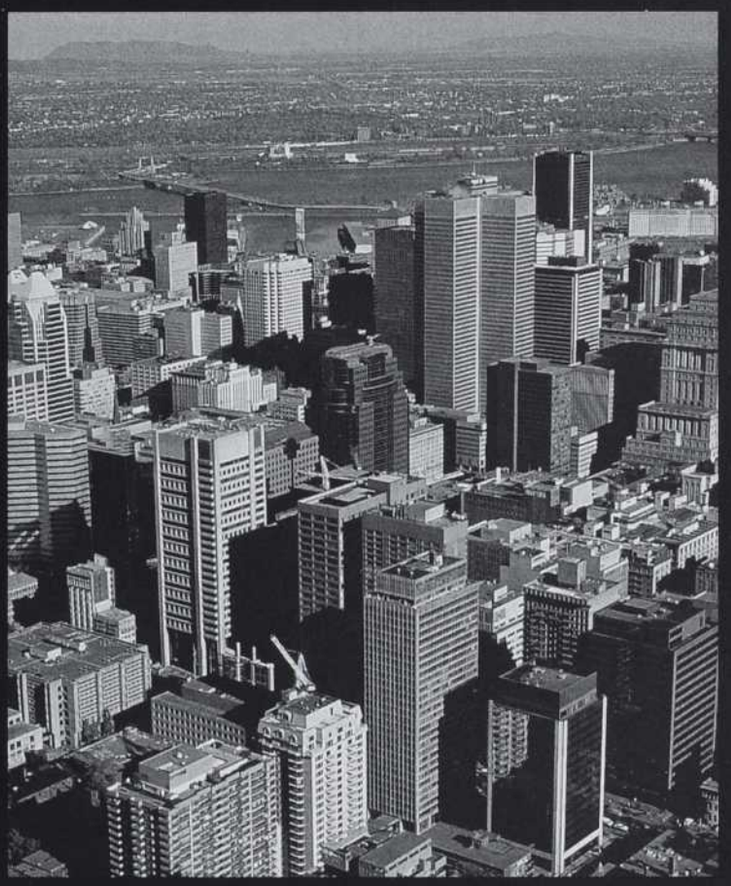
À tous les congressistes, je souhaite de fructueux échanges et formule le voeu qu'ils poursuivent avec enthousiasme et persévérance leur excellent travail.

Robert Bourassa

Québec
1992

SCIENCE ET TECHNOLOGIE À MONTRÉAL: UN BILAN

PAR DENNIS R. SENIK



VILLE DE MONTRÉAL

POUR CERTAINS, LA PARTIE EST PERDUE D'AVANCE: MONTRÉAL N'EST PAS ET NE SERA JAMAIS UNE GRANDE VILLE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE. POUR D'AUTRES, AU CONTRAIRE, D'ÉNORMES PROGRÈS ONT ÉTÉ ACCOMPLIS CES DERNIÈRES DÉCENNIES ET, DANS QUELQUES SECTEURS, NOUS SOMMES MAINTENANT DANS LA COURSE. QUI CROIRE? ET QUE FAIRE POUR VALORISER LE DÉVELOPPEMENT DES RESSOURCES SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES À MONTRÉAL? POUR RÉPONDRE À CES QUESTIONS, UN COMITÉ A ENTREPRIS UN BILAN DE LA SITUATION. UN TRAVAIL COLOSSAL DONT NOUS VOUS DONNONS ICI UN APERÇU EN VOUS DÉVOILANT LES RÉSULTATS OBTENUS JUSQU'À PRÉSENT.

DENNIS R. SENIK TRAVAILLE AU CENTRE D'INITIATIVE TECHNOLOGIQUE DE MONTRÉAL (CITEC).

IL EST SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DU COMITÉ DU BILAN SCIENTIFIQUE.

La région de Montréal est considérée comme une agglomération technologique de taille moyenne dans l'ensemble nord-américain. Elle se situe au 18e rang à l'échelle nord-américaine, entre Denver et Phoenix, alors que Toronto occupe le 14e et Ottawa, le 31e rang[1]. Toutefois, cette classification, qui s'applique seulement aux emplois manufacturiers dans les secteurs de pointe, sous-estime la position des villes comme Montréal, Toronto ou Ottawa, où le secteur des services occupe une place significative.

Si l'on s'en tient aux indicateurs concernant les dépenses de R-D, la région de Montréal représente les trois quarts (73 p. cent) des activités de recherche du Québec et près du cinquième (18 p. cent) de celles du Canada avec des dépenses de 1,6 milliard de dollars pour 1989-1990.

Le Canada et la région de Montréal sont, toutefois, des acteurs mineurs comparés à la vaste capacité mondiale en R-D, qui augmente continuellement le savoir-faire scientifique et industriel. Selon les données de la National Science Foundation aux États-Unis, le Canada n'effectue pas plus de 2 p. cent de la R-D mondiale, soit l'effort le moindre parmi les membres du «groupe des sept».

De plus, la région de Montréal a hérité d'une structure manufacturière datant d'une autre époque. Contrairement à la plupart des autres grandes villes nord-américaines, Montréal n'a jamais fait la transition nécessaire afin de moderniser sa structure industrielle, pour deux raisons fondamentales. Premièrement, la francisation de l'économie montréalaise, qui comporte un coût économique significatif à court terme. Par exemple, Montréal a subi la perte d'une partie de son élite économique anglophone ainsi qu'une perte importante de nouveaux immigrants. Cette dernière perte, qui représente environ 200 000 personnes, s'est réalisée lors d'une période particulièrement critique où Montréal se devait de moderniser sa base économique. Deuxièmement, l'économie montréalaise a été liée à une politique monétaire restrictive au cours de la majeure partie des 30 der-

UN BILAN

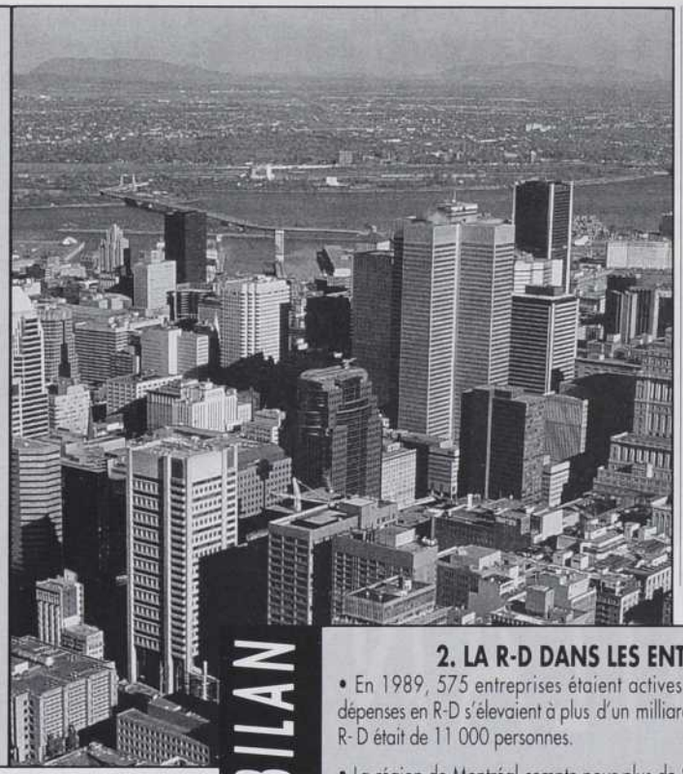
1. LES SECTEURS DU BILAN REGROUPÉS EN TROIS CATÉGORIES

Dans le cadre du bilan, 17 secteurs sont analysés.

Secteurs industriels
1. Vêtement
2. Imprimerie
3. Produits électriques
4. Finances
5. Génie-conseil
6. Agro-alimentaire

Secteurs de haute technologie
7. Aéronautique
8. Électronique et instrumentation
9. Informatique
10. Énergie
11. Télécommunications
12. Matériaux
13. Pharmaceutique

Secteurs en émergence
14. Spatial
15. Génie logiciel
16. Équipements biomédicaux
17. Biotechnologies



UN BILAN

nières années. Cette politique est dominée par une volonté de combattre l'inflation, sous des pressions exercées principalement par l'Ontario.

Par ailleurs, quand on parle d'industries modernes, on pense aux industries telles que l'aérospatiale, les satellites de télécommunications, les ordinateurs ou la biotechnologie. Or, si science et technologie sont à la base de ces industries, elles ne suffisent pas seules à assurer la croissance économique. C'est leur application dans un contexte commercial qui fait toute la différence. Les gagnants du prix Nobel des laboratoires de AT&T-Bell ont certes conçu le transistor, par exemple, mais ce sont les Japonais qui ont mis sur le marché les appareils radio portatifs.

Quelles sont les ressources scientifiques, à Montréal? Dans quels secteurs avons-nous une chance d'être concurrentiels? Que penser de nos structures industrielles? C'est pour répondre à ces questions et à bien d'autres qu'un comité a été créé en juin 1991. Objectif: établir un véritable bilan scientifique et technologique de la grande région de Montréal. Comment? Tout d'abord, en répertoriant les activités scientifiques et technologiques de la région afin de voir comment les forces peuvent être utilisées et les faiblesses, corrigées; ceci afin de renforcer notre compétitivité internationale. Ensuite, en faisant des recommandations pratiques et réalisables pour faciliter la relance de la région. Ce bilan s'inscrit dans la série des bilans régionaux des activités scientifiques et techniques entrepris par le Conseil de la science et de la technologie du Québec depuis 1982-1983.

Le comité du bilan est présidé par Jean-Paul Gourdeau, président du conseil du Groupe SNC. Ce comité est composé de 26 représentants-clés des milieux de l'industrie, de l'éducation et des institutions gouvernementales. Ces derniers sont assistés par une équipe de travail composée de représentants du Centre d'initiative technologique de Montréal (CITEC), du Conseil de la science et de la technologie (CST), de SECOR, de l'INRS-Urbanisation et de la firme Méthodus.

Pour des raisons pratiques, 17 secteurs regroupés en trois catégories ont été retenus (*encadré 1*). Pour chaque secteur, l'objet était de comprendre: la dynamique du secteur; la façon dont la science et la technologie ainsi que la R-D s'y intègrent; les règles du jeu auxquelles le secteur est assujetti sur le marché international.

Au moment d'écrire ces lignes, l'équipe de travail du bilan vient d'achever les études de base couvrant 15 des 17 secteurs. Il ne manque ainsi que deux études pour compléter les informations nécessaires à l'analyse de base; ce sont celles de l'électronique et de l'agro-alimentaire. L'exigeant travail de synthèse vient de débuter.

Nous vous présentons ici un aperçu des données recueillies dans trois secteurs, soit l'aéronautique, l'industrie pharmaceutique et l'informatique. Un bilan statistique de Montréal a égale-

2. LA R-D DANS LES ENTREPRISES À MONTRÉAL

• En 1989, 575 entreprises étaient actives en R-D dans la région de Montréal. Leurs dépenses en R-D s'élevaient à plus d'un milliard de dollars. Leur personnel de recherche de R- D était de 11 000 personnes.

• La région de Montréal compte pour plus de 80 p. cent des activités de R-D des entreprises au Québec et pour environ le quart de celles du Canada.

• 84 p. cent des dépenses de R-D des entreprises du Québec sont effectuées à Montréal.

• 23 p. cent des dépenses de R-D des entreprises du Canada sont effectuées à Montréal.

• 82 p. cent du personnel de R-D des entreprises du Québec est à Montréal.

• 21 p. cent du personnel de R-D des entreprises du Canada est à Montréal.

• Dans la région de Montréal, les 10 premières entreprises totalisent 64 p. cent des dépenses de R-D, les 25 premières en regroupent 80 p. cent et les 50 premières effectuent 87 p. cent de ces déboursés avec des moyennes respectives de dépenses de R-D de 70, 35 et 19 millions de dollars, alors que les 525 plus petites entreprises ont une moyenne de 280 000 $. Cette concentration est beaucoup plus forte qu'au Québec et au Canada.

• La part des activités de R-D venant du secteur des services est en augmentation constante tant dans la région de Montréal que dans l'ensemble du Québec et du Canada depuis quelques années. Elle atteint maintenant 30 p. cent dans la région métropolitaine, alors qu'elle n'était que de 21 p. cent en 1984.

• Trois regroupements de secteurs d'activité économique totalisent 60 p. cent des dépenses de R-D et emploient 53 p. cent du personnel de R-D de la région de Montréal: *matériel de transport* (incluant aéronefs, pièces et secteur des véhicules automobiles, pièces et accessoires), *matériel électronique* (incluant équipement de télécommunications, pièces, composantes électroniques et autre matériel électronique) et *services publics* (dont Hydro-Québec est le principal élément).

• Dans les secteurs suivants, les dépenses québécoises de R-D sont presque exclusivement effectuées dans la région de Montréal: *drogues et médicaments* (99 p. cent), *machines de bureau* (96 p. cent), *avions, pièces et autre matériel de transport* (95 p. cent), *matériel électronique* (93 p. cent).

• Un secteur se démarque à l'échelle canadienne, soit celui des *avions, pièces et autre matériel de transport* avec environ la moitié des dépenses des entreprises du pays. Deux autres secteurs de la région sont à souligner, soit les *drogues et médicaments* (42 p. cent des dépenses canadiennes) et les *services publics* (qui incluent les services électriques, soit Hydro-Québec) avec 43 p. cent des dépenses canadiennes.

Source

DUBÉ, G. *La science et la technologie dans la région métropolitaine de Montréal. Portrait scientifique*, Méthodus, mars 1992.

ment été produit; on en trouvera quelques éléments dans les encadrés 2, 3, 4 et 5.

AÉRONAUTIQUE

L'industrie de l'aéronautique fait partie des forces économiques de la région de Montréal. Elle génère 3,5 milliards de ventes, assure plus de 2 p. cent de la production provinciale et représente 32 000 emplois. De plus, cette industrie exporte plus de 80 p. cent de sa production vers les États-Unis.

Pratt & Whitney domine ce secteur, ses moteurs à réaction comptant presque pour la moitié des exportations du Québec. Les avions (par ex., Canadair et Bell Hélicoptère) représentent près du tiers des ventes et l'avionique (par ex., Canadian Marconi), près du huitième. La différence correspond aux ventes non aéronautiques, qui sont surtout réalisées par les PME.

La compagnie CAE Électronique, l'unique entreprise montréalaise n'ayant pas de racines à l'étranger, a grandi avec l'aide de contrats gouvernementaux, ce qui lui a permis d'acquérir une expertise commercialisable à l'étranger. Le succès de Canadair, entreprise autonome née, il y a longtemps, d'un parent étranger, est également attribuable à l'appui gouvernemental.

Ces deux compagnies, CAE Électronique ltée et Pratt & Whitney, maintiennent un effort important en recherche. Elles se classent parmi les premières dans leurs domaines respectifs: la petite turbine à gaz et les simulateurs de vol. N'ayant pas de tels actifs en recherche, les autres grandes entreprises de la région sont obligées de se fier beaucoup plus au développement pour maintenir leurs produits concurrentiels. La recherche proprement dite est concentrée derrière les portes des laboratoires des leaders mondiaux. Même de grosses compagnies comme Canadair ne peuvent se permettre de garder une équipe de spécialistes; elles les engagent à contrat pour des projets spécifiques.

Les règles du jeu? Le marché est dominé par les leaders. Les géants, comme Boeing, font le dessin, le développement et la mise en marché de leurs avions. Ils sous-traitent, toutefois, la production de près de la moitié du produit fini avec des entreprises qui fournissent, entre autres, des structures majeures comme les ailes, les moteurs, les trains d'atterrissage et les systèmes électroniques.

Très peu de manufacturiers peuvent se procurer les milliards nécessaires au développement d'un nouvel avion. L'appui gouvernemental fourni de façon indirecte, par l'octroi de contrats militaires, ou directe, comme pour la mise au point du Challenger de Canadair ou l'airbus des Européens (dont la conception a coûté plus de 4 milliards de dollars américains) est devenu indispensable. Jusqu'à tout récemment, le secteur militaire a joué le rôle «d'acheteur exigeant», obligeant le développpement de la technologie à sa limite.

Même Boeing, le plus gros fabricant au monde, s'est résigné au partage des risques avec ses fournisseurs pour mettre au point son nouveau modèle 777. Les consortiums et les alliances représentent donc le mode de fonctionnement d'aujourd'hui.

Donc, si l'on excepte les grosses compagnies comme Pratt & Whitney et CAE Électronique, les autres acteurs plus petits de l'industrie aéronautique de Montréal, comme les PME, manquent de liens stratégiques pour garantir des collaborations d'avenir. N'ayant ni les capitaux ni les marchés nécessaires, et n'étant pas propriétaires des technologies de pointe, ces autres compagnies sont souvent reléguées à la production selon devis («built-to-print»), où seul le coût de production compte pour l'octroi du contrat. Or, dans ce marché, de nouveaux concurrents venus d'Europe de l'Est ou de Chine font leur apparition.

INDUSTRIE PHARMACEUTIQUE

Les activités de R-D des entreprises pharmaceutiques du Québec et, conséquemment, de la région de Montréal, sont très importantes et significatives à l'échelle canadienne. En 1990, les entreprises pharmaceutiques installées au Québec ont investi 126 millions de dollars dans la R-D, ce qui représentait 47,3 p. cent du total canadien. Ces dépenses ont fait du Québec le centre de R-D pharmaceutique le plus important sur la scène canadienne. Il faut aussi souligner que c'est au Québec que les dépenses *extra-muros* ont augmenté le plus rapidement: elles se sont accrues de 160 p. cent entre 1988 et 1990, comparativement à une augmentation de 68 p. cent en Ontario. Cette performance a fait de l'industrie pharmaceutique un des secteurs industriels les plus dynamiques en termes d'innovation et de recherche.

Les gouvernements fédéral et provincial ont joué un rôle très important pour encourager l'industrie pharmaceutique innovatrice. Les modifications en 1988 de la protection accordée par la loi des brevets (loi C-22) et la politique fiscale avantageuse du gouvernement du Québec (crédits d'impôt à la R-D), ont constitué des facteurs cruciaux dans cette augmentation des activités de R-D. De plus, le Canada, en janvier 1992, endossait les propositions du GATT accordant trois années supplémentaires de monopole de marché avec élimination de licences obligatoires pour les nouveaux médicaments, faisant passer la période de protection habituelle de 7 à 10 ans.

À ces deux éléments essentiels s'est ajouté un troisième: l'importance et la qualité du réseau québécois de recherche pharmaceutique. La région de Montréal a la plus forte concentration d'instituts de recherche biomédicale au Canada. L'excellence et la polyvalence de cette infrastructure de recherche exercent un attrait certain sur les

UN BILAN

3. LA R-D DANS L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR À MONTRÉAL

• La région de Montréal regroupe 12 établissements universitaires, dont quatre universités (McGill, Montréal, UQAM et Concordia), deux écoles affiliées à l'Université de Montréal (École polytechnique et École des hautes études commerciales), quatre centres relevant de l'INRS (INRS-Télécommunications, INRS-Santé, INRS-Urbanisation et INRS-Énergie et matériaux), l'École de technologie supérieure (ETS) et l'Institut Armand-Frappier (IAF). Dix de ces établissements sont sur l'île de Montréal alors que l'IAF se trouve à Laval et l'INRS-Énergie et matériaux à Varennes, sur la rive sud.

• 68 p. cent des budgets de recherche universitaire du Québec ont été dépensés dans la région de Montréal en 1988-1989, soit quelque 259,5 millions de dollars.

• Le secteur gouvernemental constitue la principale source de financement de la recherche universitaire dans la région de Montréal avec 70 p. cent des dépenses financées. Viennent ensuite le secteur privé (21 p. cent) et le secteur parapublic (8 p. cent). La situation est semblable à l'échelle du Québec (67 p. cent, 23 p. cent et 9 p. cent). La quasi-totalité des dépenses de recherche universitaire sont de sources canadiennes (96 p. cent).

• 16 p. cent des budgets de recherche universitaire du Canada sont accordés à Montréal.

• 15 p. cent du budget du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) est accordé à des établissements de Montréal, soit une somme de 47,5 millions.

• De même, 32 p. cent du budget du Conseil de recherches médicales (CRM), soit 43,4 millions (79 p. cent de la part du Québec), ainsi que 21 p. cent du budget du Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH), soit 8,9 millions (60 p. cent de la part du Québec), sont accordés à des établissements de Montréal.

• 52,7 p. cent du budget du Fonds FCAR disponible pour les chercheurs des collèges vont à Montréal, soit 676 085 $.

• La région de Montréal regroupe 192 unités de recherche universitaire, dont le personnel s'élève à 8 387 individus, soit respectivement 56 p. cent et 57 p. cent de l'ensemble du Québec. Les chercheurs et boursiers post-doctoraux, au nombre de 2 712, comptent pour le tiers du personnel de recherche, alors que les étudiants représentent 41 p. cent de celui-ci.

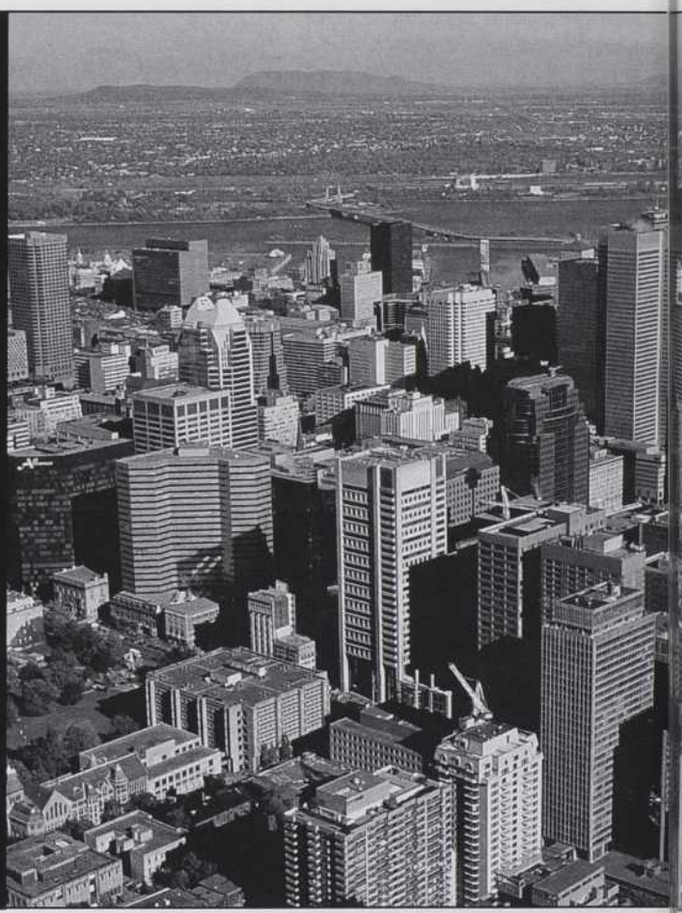
• C'est dans le domaine de l'administration que la région de Montréal est la plus présente avec 79 p. cent du personnel de recherche et 68 p. cent des centres de recherche universitaire du Québec. Dans les sciences de la santé et les sciences pures et appliquées, ces proportions oscillent entre 52 p. cent et 63 p. cent.

• La valeur de la recherche subventionnée dans les établissements de niveau collégial de la région de Montréal s'élève à 1,8 million de dollars, doit 35 p. cent du total des subventions accordées pour l'ensemble du Québec.

Source

DUBÉ, G. *La science et la technologie dans la région métropolitaine de Montréal. Portrait scientifique*, Méthodus, mars 1992.

UN BILAN



4. LA R-D DANS LE SECTEUR GOUVERNEMENTAL À MONTRÉAL

• Les dépenses *intra-muros* de R-D du gouvernement canadien au Québec s'élèvent à 159 millions de dollars, soit 11 p. cent de ses dépenses en 1989-1990. La quasi-totalité de cette somme est consacrée à la recherche en sciences naturelles et en génie, soit 137,7 millions de dollars. De cette somme, environ le tiers est dépensé dans la région de Montréal.

• Dans cette région, il y a 13 centres fédéraux de recherche; les plus importants sont le Service de l'environnement atmosphérique (215 salariés) situé à Ville Saint-Laurent, l'Institut de recherche en biotechnologie de Montréal (200 salariés), l'Institut des matériaux industriels (IMI) de Boucherville (112 salariés), le Centre météorologique de Dorval (99 salariés), le Centre canadien de recherche sur l'informatisation du travail (60 salariés) et le Centre de développement des transports (46 salariés).

• En 1989-1990, les dépenses *intra-muros* de R-D du gouvernement québécois étaient de 65 millions de dollars et le personnel de recherche était de 1 033 personnes-année. Environ le quart de ces dépenses ont été effectuées dans la région de Montréal.

• Dans la région de Montréal, 43 organismes, services ou entités du gouvernement du Québec faisaient de la R-D en 1989-1990 ou oeuvraient dans le cadre d'activités scientifiques connexes. Parmi eux, on compte quatre centres de recherche, soit l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST), le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ), le Conseil d'évaluation des technologies de la santé et le Conseil de la recherche et du développement en transport.

• Les dépenses *extra-muros* en R-D du gouvernement canadien atteignaient 366,9 millions de dollars au Québec en 1988-1989, soit 28,9 p. cent des dépenses canadiennes, et 334,3 millions de dollars étaient consacrés aux sciences naturelles et au génie. De ce 366,9 millions de dépenses *extra-muros* en R-D, 257,1 millions sont faites dans la région de Montréal, soit 70 p. cent.

Source

DUBÉ, G. *La science et la technologie dans la région métropolitaine de Montréal. Portrait scientifique*, Méthodus, mars 1992.

entreprises innovatrices. En 1988, la recherche biomédicale regroupait au Québec environ 1 500 chercheurs répartis dans 80 centres, instituts ou groupes affiliés aux universités (une soixantaine) ou aux hôpitaux (une vingtaine).

La R-D visant la mise au point de nouveaux produits est au coeur de la stratégie de développement des entreprises comme Merck Frosst, qui composent le peloton de tête de l'industrie pharmaceutique mondiale. Or, à cause des coûts considérables qu'entraîne le développement d'une nouvelle molécule active, cet important effort de R-D est pour l'essentiel un attribut des grandes entreprises multinationales. En effet, les coûts de la R-D nécessaire à la mise au point d'un médicament contenant un nouvel ingrédient actif sont actuellement estimés à 230 millions de dollars et le temps requis pour mener à bien une telle opération varie de 10 à 12 ans.

D'ailleurs, que ce soit au Canada ou au Québec, le secteur pharmaceutique est dominé par les filiales des grandes compagnies étrangères (Montréal compte 29 filiales internationales et 19 entreprises nationales). En 1986, 27 des 30 plus importantes entreprises pharmaceutiques installées au Canada étaient des filiales de multinationales de propriété étrangère fabriquant une gamme complète de spécialités médicales et de produits brevetés. Elles fabriquaient près de 80 p. cent des produits vendus. Les filiales sont le plus souvent des entreprises «innovatrices», actives en R-D.

Dans le contexte que nous venons d'évoquer, la compétitivité des entreprises pharmaceutiques de la région de Montréal passe, pour l'essentiel, par le maintien et l'accroissement des activités de R-D. À cet égard, leur performance récente montre que les entreprises pharmaceutiques de la région s'ajustent relativement bien aux nouvelles conditions du marché. Cette croissance des activités de R-D est étroitement liée à l'amélioration du climat favorable qui existe actuellement. À moyen et à long terme, une telle amélioration pourrait permettre aux filiales installées au Québec de renforcer leur position concurrentielle et d'obtenir, de leur maison mère respective, des mandats mondiaux de recherche et de fabrication.

INFORMATIQUE

D'une façon générale, le secteur des technologies de l'information est appelé à connaître une forte croissance au cours des années à venir. L'importance économique de ce secteur est sans équivoque: le marché mondial était estimé à plus de 322 milliards en 1990. Au Canada, il était estimé à la même époque à 16 milliards.

Le secteur des services-conseils en informatique au Québec est également fort important. Il repose sur quelques grandes firmes telles que DMR, CGI, LGS et IST. On estimait le chiffre d'affaires de ce secteur entre 350 et 400 millions en 1989. Depuis quelques années, ces firmes sont plus actives en R-D, surtout en raison de leur participation à de grands projets soutenus par le Fonds de développement technologique.

Plus particulièrement, au Québec et dans la région de Montréal, la production de logiciels présente une importance singulière pour l'économie, comme en témoignent les données suivantes: la production était de 676,5 millions en 1989 (dont 454,6 millions par des entreprises de la région de Montréal); elle était répartie parmi plus de 325 firmes (200 à Montréal); ces firmes tiraient en moyenne 21 p. cent de leurs revenus de la vente de logiciels et les efforts de R-D représentaient 11 p. cent du chiffre d'affaires total.

Malgré tout, on peut affirmer que le marché québécois est réduit et mal exploré. Les acheteurs québécois ont souvent des préjugés défavorables ou manquent d'information à l'égard des produits de conception québécoise. C'est le cas, en particulier, de la politique d'achat du gouvernement québécois qui, selon certains représentants de l'industrie, favorise peu les entreprises d'ici et leurs logiciels. Quant aux marchés étrangers, ils sont plutôt inaccessibles, les réseaux de distribution étant difficiles à pénétrer. Enfin, les entreprises manquent d'expérience dans la commercialisation.

Quant aux marchés de masse, ils sont essentiellement dominés par les produits américains (par ex., Word Perfect, Lotus 1-2-3, etc.). Par conséquent, les marchés exploités par les entreprises québécoises sont surtout des marchés verticaux (des logiciels



destinés à un usage précis; par ex., un logiciel de design de pièces en aérospatiale) ou des créneaux bien précis dans des marchés horizontaux (par ex., des logiciels, comme un logiciel d'inventaire, qui peuvent être utilisés par différents types d'usagers).

Les universités montréalaises profitent, toutefois, de la présence de chercheurs de fort calibre. Il existe plusieurs équipes de recherche actives en informatique, dont certaines regroupent plusieurs institutions. Ce dernier élément est important puisque l'on évite ainsi de travailler trop isolément sans atteindre une «masse critique» de chercheurs souhaitables.

En complément, le secteur de l'informatique montréalais peut compter sur plusieurs organismes de support, notamment le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM), dont l'importance croît avec les années et qui abrite le Centre de génie logiciel appliqué (CGLA) depuis l'automne 91. Ce centre est le fruit d'une entente entre le CRIM et six entreprises canadiennes engagées dans le développement de logiciels: CAE Électronique, Canadair, Kéops informatique, Oerlikon Aérospatiale, Systèmes Paramax Canada et Spar Aérospatiale.

CONCLUSIONS PRÉLIMINAIRES

Comme nous l'avons dit, les 17 secteurs retenus ont été divisés en trois catégories. La première comprend les secteurs porteurs, soit ceux qui sont en mesure de concurrencer sur le plan international. Parmi ce groupe, les secteurs aéronautique et pharmaceutique sont les plus forts avec des chefs de file mondiaux comme Pratt & Whitney Canada, CAE Électronique et Merck Frosst.

Les secteurs en émergence, comme le spatial, sont les plus importants pour la croissance future. À l'heure actuelle, leur contribution au produit provincial brut est minime, mais les indications démontrent qu'ils vont se tailler une place plus large dans l'économie. Naturellement, leur réussite pourrait être aidée par le milieu régional, qui appuierait leurs potentiels de croissance.

Les autres secteurs industriels majeurs sont très importants sur le plan des emplois actuels, mais il est clair que plusieurs d'entre eux, comme le vêtement, ne sont pas en mesure d'attaquer les marchés extérieurs et parfois même de défendre leurs marchés locaux. Donc, un des objectifs du comité du bilan est de se concentrer sur les mesures à prendre pour aider de tels secteurs en utilisant nos actifs en matière de science et technologie.

Autre élément très important: la concentration de nos efforts en recherche est disproportionnée par rapport à ceux fournis pour le transfert des connaissances vers le milieu industriel, et ce, pour les trois catégories d'industries. En effet, notre part mondiale des rapports scientifiques[2], utilisée ici en tant qu'indicateur approximatif de notre contribution à la science, s'élève à 4 p. cent, soit le double de notre part de 2 p. cent des dépenses mondiales en R-D. Notre situation est pratiquement l'inverse de celle des Japonais, qui ne sont pas connus pour leurs contributions à la science mais plutôt en raison de leur exploitation des connaissances développées ailleurs pour leurs propres bénéfices commerciaux. Les Japonais contribuent, en effet, pour 8 p. cent des rapports scientifiques au monde, mais réalisent quelque 17 p. cent de la R-D mondiale.

Notre recherche universitaire représente une riche source de savoir-faire. Elle demeure toutefois sous-utilisée, à cause de notre manque de ressources pour transformer nos connaissances scientifiques en avantages commerciaux. Par exemple, l'industrie aérospatiale canadienne, dont la majorité des actifs en R-D sont dans la région de Montréal, a dépensé quelque 715 millions de dollars en 1991 alors que sur une période de cinq ans, la valeur moyenne des projets universités-industries en aérospatiale était de 1 million de dollars annuellement. Ce qui veut dire que la recherche conjointe ne comptait que pour un millième. Dans une situation mondiale où la valorisation des connaissances dans un contexte commercial est un élément-clé de succès, nous avons donc du travail à faire. En plus, il y a des indications que les développements majeurs dans l'industrie de l'aérospatiale deviennent tributaires de plus en plus des connaissances développées ailleurs (électronique, génie logiciel et technologies de production à petite échelle). Donc, il s'agit de trouver des moyens d'accélérer des développements dans ces secteurs le plus rapidement possible afin de soutenir la position de nos leaders.

Comme l'exemple du Japon le démontre, il n'est pas nécessaire de développer tout le savoir-faire à l'interne. Même Arno Penzias, chef de la recherche aux laboratoires de AT&T-Bell et Prix Nobel, a récemment commenté: «Nous n'inventerons pas tout nous-mêmes, aux laboratoires AT&T-Bell, c'est garanti![3]»

UN BILAN

5. L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DANS LA RÉGION DE MONTRÉAL

Le réseau universitaire

- De manière générale, les activités d'enseignement universitaire de la région de Montréal représentent les deux tiers de celles du Québec et le cinquième de celles du Canada.
- En 1989, 64 p. cent des 47 500 diplômes universitaires du Québec et 21 p. cent des 146 400 diplômes universitaires canadiens ont été décernés à Montréal.
- 63 p. cent des baccalauréats décernés au Québec et 49 p. cent des diplômes et certificats de premier cycle décernés au Canada, l'ont été à Montréal.
- 47 p. cent des diplômes et certificats de deuxième cycle (19 p. cent des maîtrises) décernés au Canada et 66,6 p. cent des maîtrises décernées au Québec l'ont été à Montréal.
- 72,2 p. cent des doctorats décernés au Québec et 19 p. cent de ceux décernés au Canada l'ont été à Montréal.

Le réseau collégial

- La région métropolitaine de Montréal compte 39 établissements d'enseignement de niveau collégial. On y trouve 15 des 46 cégeps du Québec, dont quatre cégeps anglophones (Dawson, John-Abbott, Vanier et Champlain) et trois centres spécialisés (Institut d'ordinique du collège Lionel-Groulx, Centre spécialisé de la mode du collège Lasalle et Centre spécialisé de conception et fabrication assistée par ordinateur du cégep Vanier). Dix-huit établissements privés aux vocations très diverses sont localisés dans la région. Certains concentrent leurs activités sur la formation générale de niveau collégial (collège Jean-de-Brébeuf, Collège français, etc.) et d'autres sont spécialisés dans des formations techniques bien précises (Institut Teccart, collège de secrétariat Notre-Dame, etc.). La région compte également deux écoles gouvernementales, soit l'Institut de tourisme et d'hôtellerie du Québec et le Conservatoire de musique de Montréal.
- 47 p. cent des 154 000 cégépiens et cégépiennes du Québec étudient dans un collège de Montréal.
- 47 p. cent des 18 000 diplômes décernés dans les collèges du Québec en 1990 l'ont été à Montréal.

Source

DUBÉ, G. *La science et la technologie dans la région métropolitaine de Montréal. Portrait scientifique*, Méthodus, mars 1992.



Si AT&T, qui a les laboratoires les plus renommés au monde, dit carrément qu'elle ne peut pas tout faire, il est évident que la région de Montréal est obligée de tirer le savoir-faire en R-D de toutes sources possibles. Il s'agit de penser plus en termes de diffusion des technologies que de production de celles-ci, et d'accéder aux compétences développées ailleurs. Or, là encore, il reste du chemin à parcourir: au cours des années 80, les entreprises canadiennes n'ont payé que l'équivalent de quelque 3 p. cent de leurs dépenses en R-D pour les droits des technologies conçues ailleurs.

Une autre source sous-estimée du savoir-faire touche la relation filiale - entreprise mère. Dès le départ, le développement du Canada et du Québec a été largement aidé par les investissements en provenance de l'étranger. Le lien filiale - entreprise mère comprend un transfert continu de technologie. Un transfert qui est très difficile à mesurer, mais extrêmement puissant étant donné l'accès courant aux centres mondiaux de R-D.

Même à l'intérieur de notre économie, il existe un mécanisme de transfert de technologie qui est largement oublié: les ingénieurs-conseils. Les connaissances maîtrisées par les employés de grandes firmes de génie-conseil reposent sur eux. Ce savoir-faire est diffusé à l'intérieur de l'entreprise par l'affectation des ingénieurs d'un projet à l'autre, facilitant le transfert de technologie intersectoriel. Quand l'ingénieur-conseil change d'emploi, c'est son nouvel employeur qui bénéficie de ses compétences.

Le problème fondamental qu'il nous reste à affronter est donc de définir à la fois les mesures nécessaires pour augmenter notre accès au savoir-faire et les mécanismes qui vont accélérer le transfert des technologies commercialement intéressantes. Les ressources d'aujourd'hui ne se trouvent pas sous terre. Les vraies ressources comprennent nos compétences et notre accès au savoir-faire.

Le comité du bilan vient à peine de commencer à assembler les pièces du casse-tête. Il entreprendra ensuite la rédaction de recommandations claires et précises, et c'est à la fin de l'été 1992 qu'il fera connaître publiquement les résultats de ses travaux. ■

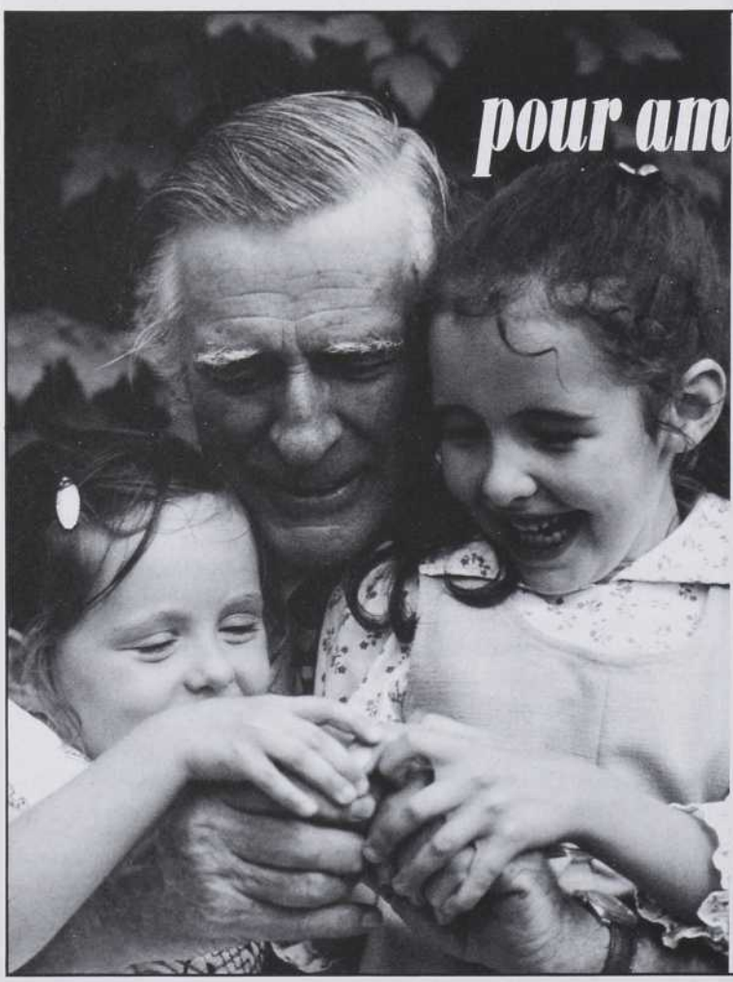
Note

Les organismes suivants ont financé la réalisation du bilan scientifique: Industrie, Sciences et Technologie Canada; Office de planification et de développement du Québec; ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie; Conseil de la science et de la technologie; Commission d'initiative et de développement économique de Montréal; Corporation de développement économique de Laval; Communauté urbaine de Montréal.

De plus, certaines organisations ont commandité l'analyse des secteurs suivants: le secteur spatial (Agence spatiale canadienne); les produits électriques et l'énergie (Hydro-Québec); l'agro-alimentaire (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec); les biotechnologies (Conseil de la science et de la technologie).

Références

1. CÔTÉ, M. et MILLER, R. *Growing the Next Silicon Valley: A Guide for Successful Regional Planning*, Massachusetts, Lexington Books, 1987.
2. ISTC, *Canadian Science and Technology Fact Book*, 1989.
3. *Fortune*, juillet 1990.



RECHERCHE EN SANTÉ

pour améliorer la qualité de vie



Relevant du ministère de la Santé et des Services sociaux, le Fonds de la recherche en santé du Québec (FRSQ) a la fonction de promouvoir et d'aider financièrement la recherche et la formation de chercheurs dans le domaine de la santé.

Pour être informé régulièrement sur les recherches soutenues par notre organisme, sur les femmes et les hommes qui les réalisent et sur les structures à l'intérieur desquelles oeuvrent ces scientifiques, abonnez-vous gratuitement à la publication trimestrielle INFO-FRSQ.

Prière d'écrire ou de téléphoner au Service des communications.

550, rue Sherbrooke ouest
Bureau 1950
Montréal, Québec H3A 1B9
Téléphone: (514) 873-2114
Télécopieur: (514) 873-8768

FRSQ

U N I V E R S I T É

McGill

FACULTÉ DES ÉTUDES SUPÉRIEURES ET DE LA RECHERCHE

Pour consolider vos plans de carrière nous offrons des programmes de doctorat et de maîtrise et quelques programmes de diplôme de deuxième cycle dans les disciplines suivantes:

- Administration et politiques scolaires
- Allemand
- Anatomie
- Anglais
- Anthropologie
- Architecture
- Bibliothéconomie et sciences de l'information
- Biochimie
- Biologie
- Chimie
- Chirurgie expérimentale
- Classiques
- Communications
- Counselling
- Didactique des arts
- Didactique et programmes d'études
- Diététique et nutrition humaine
- Droit aérospatial
- Droit comparé
- Économie agricole
- Éducation physique
- Enseignement des langues secondes
- Enseignement religieux et philosophie de l'éducation
- Entomologie
- Épidémiologie et biostatistique
- Études hispaniques
- Études islamiques
- Études religieuses
- Études juives
- Génétique humaine
- Génie biomédical
- Génie agricole
- Génie minier et métallurgique
- Génie chimique
- Génie électrique
- Génie mécanique
- Génie civil
- Géographie
- Géologie
- Gestion
- Histoire
- Histoire de l'art
- Informatique
- Italien
- Langue et littérature françaises
- Linguistique
- Littérature comparée
- Mathématiques et statistique
- Médecine expérimentale
- Microbiologie et immunologie
- Microbiologie
- Musique
- Neurologie
- Parasitologie
- Pathologie
- Pharmacologie
- Philosophie
- Physiologie
- Physiothérapie et ergothérapie
- Physique
- Physique de radiologie médicale
- Phytotechnie
- Psychiatrie
- Psychoéducation
- Psychologie
- Resources renouvelables
- Russe
- Santé au travail
- Science économique
- Sciences atmosphériques et océaniques
- Sciences de l'alimentation/ chimie agricole
- Sciences de la communication humaine
- Sciences infirmières
- Sciences politiques
- Service social
- Sociologie
- Urbanisme
- Zootechnie

COUPON-RÉPONSE

Veuillez me faire parvenir de l'information sur le programme de

☐ Doctorat ☐ Maîtrise ☐ Diplôme, 2e cycle

dans les disciplines suivantes:

1. _____

2. _____

3. _____

☐ Un formulaire de demande d'admission

Nom _____

Adresse _____

Ville/Province _____ Code postal _____

Retourner à:
Faculté des Études supérieures
et de la Recherche
Pavillon Dawson,
bureau 313
853, rue Sherbrooke ouest
Montréal, Québec
H3A 2T6

Téléphone: (514) 398-3990
Télécopieur: (514) 398-6283

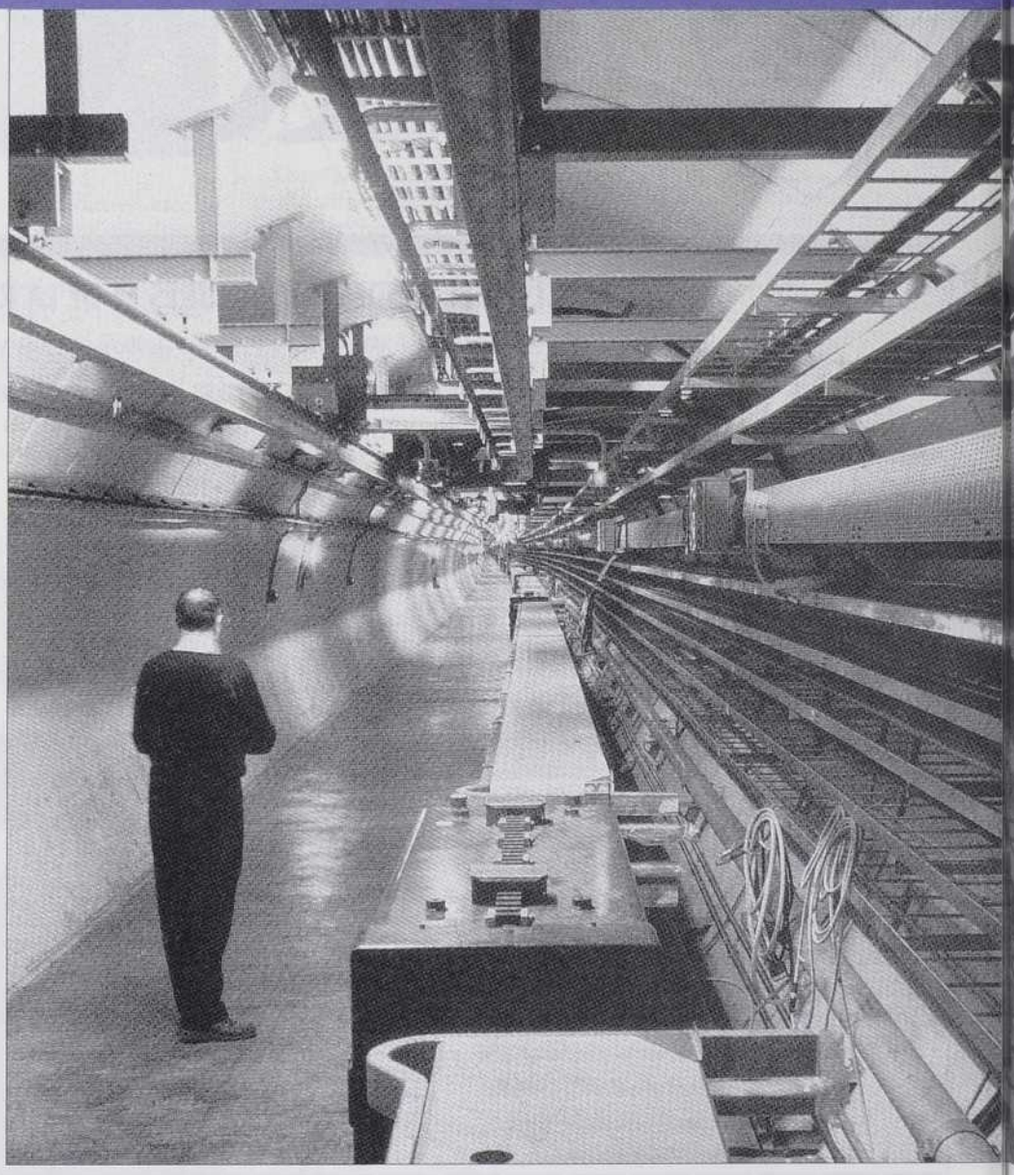
LE GRAND COLLISIONNEUR HADRONIQUE:

UNE MACHINE À REMONTER LE TEMPS

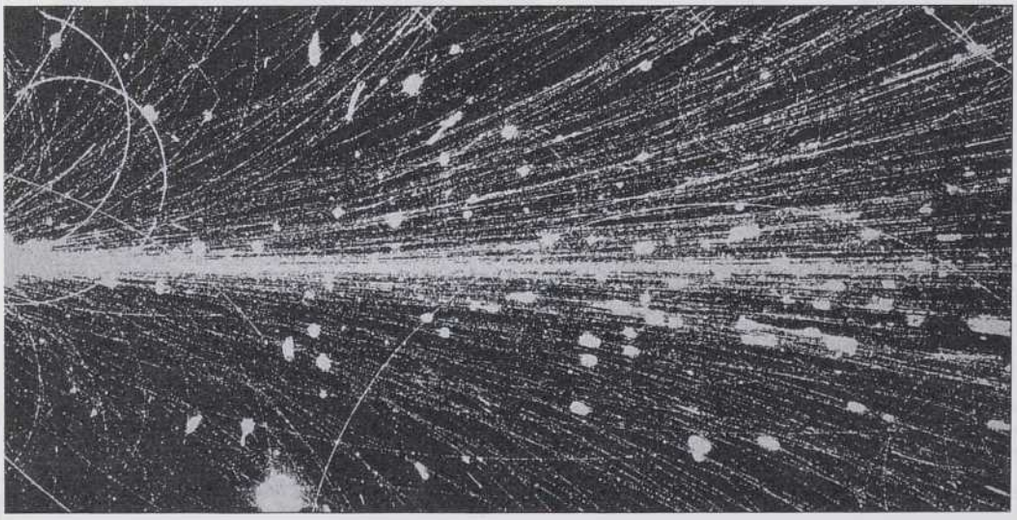
PAR CLAUDE LEROY

EN 1998, UN NOUVEL ACCÉLÉRATEUR DE PARTICULES, LE GRAND COLLISIONNEUR HADRONIQUE, DEVRAIT VOIR LE JOUR. OBJECTIF: REMONTER LE TEMPS JUSQU'AU BIG BANG, L'EXPLOSION QUI, IL Y A ENVIRON QUINZE MILLIARDS D'ANNÉES, DONNAIT NAISSANCE À NOTRE UNIVERS. CETTE MACHINE D'UNE PUISSANCE INÉGALÉE DEVRAIT PERMETTRE AUX PHYSICIENS DE PÉNÉTRER UN PEU PLUS LES SECRETS DE LA MATIÈRE ET DE SA CRÉATION. Y TROUVERA-T-ON LES PARTICULES PRÉDITES PAR LES MODÈLES THÉORIQUES, MAIS ENCORE JAMAIS OBSERVÉES? C'EST UNE GRANDE AVENTURE À LAQUELLE PARTICIPENT DES CHERCHEURS DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL.

CLAUDE LEROY ENSEIGNE LA PHYSIQUE ET DIRIGE LE LABORATOIRE DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL.

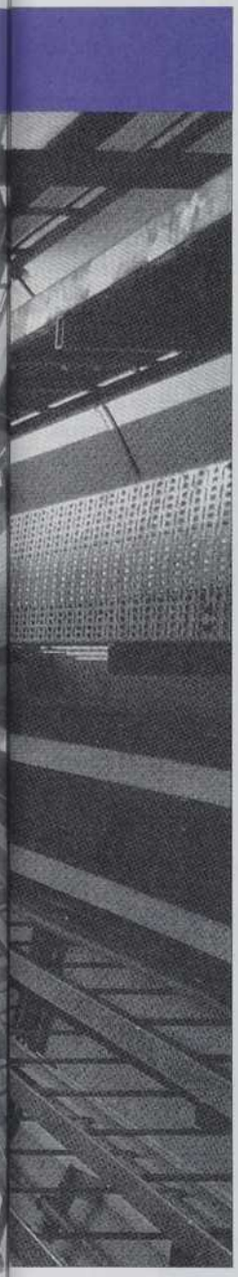


PHOTOS: CERN



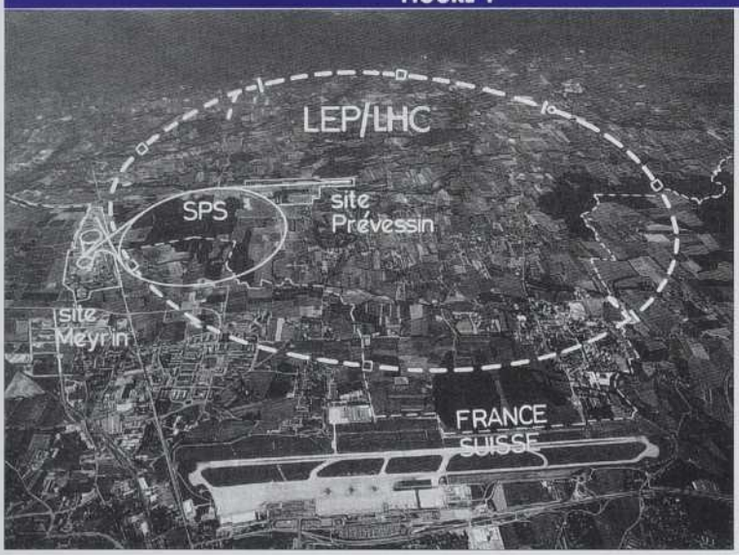
À tout juste un millionième de millionième de seconde (10^{-12} s) après le big bang[1], alors que la température atteignait dix mille millions de millions de degrés kelvin (10^{16} K), les densités d'énergie étaient telles que la matière se présentait sous la forme d'une soupe cosmique de certaines particules élémentaires, des quarks et des gluons, ces deux types de particules constituant la famille des hadrons (particules soumises à l'interaction forte). Cette soupe s'est rapidement transformée à 10^{-10} s en un gaz de hadrons. C'est du moins l'hypothèse communément acceptée par les scientifiques, hypothèse qui sera peut-être bientôt vérifiée expérimentalement.

En effet, le Laboratoire européen de physique des particules, situé à Genève, projette de construire un nouvel accélérateur, dénommé *Large Hadron Collider* (grand collisionneur de hadrons) — le LHC, capable de recréer les conditions qui régnaient dans



l'univers à ce moment-là[2]. L'accélérateur sera installé dans le même tunnel souterrain que le collisionneur électron-positron (e^-e^+), le LEP (*Large Electron-Positron*), en exploitation au Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN) depuis 1989 (*figure 1*). On y provoquera cette fois des collisions frontales entre les protons à des énergies jamais égalées à ce jour. L'obtention de ces hautes énergies devrait permettre aux physiciens et physiciennes de pénétrer plus en profondeur la matière à la recherche de ses constituants ultimes et des forces qui régissent leur comportement.

FIGURE 1



Le grand collisionneur hadronique (*Large Hadron Collider*, LHC) sera construit dans le même tunnel souterrain que le collisionneur électron-positron, le LEP, déjà en exploitation au CERN depuis 1989.

Le projet du LHC devrait être approuvé à la fin de 1992 par les 16 pays membres du CERN. Sa construction devrait coûter environ 2 milliards de dollars et son budget annuel de fonctionnement est évalué à quelques centaines de millions environ. La fin des travaux est prévue pour 1997 et les premières expériences pourraient débuter l'année suivante.

Même si le Canada n'est pas membre du CERN, il collabore à ses projets. En particulier, le Laboratoire de physique nucléaire de l'Université de Montréal travaille depuis de nom-

1. LES ACCÉLÉRATEURS DE PARTICULES

Les accélérateurs de particules sont des machines qui permettent de transmettre, à l'aide de cavités magnétiques accélératrices, de l'énergie à des faisceaux de particules chargées afin de provoquer des collisions entre celles-ci à de très hautes vitesses. Ils se différencient par le type de particules qu'ils accélèrent: électrons, positrons, protons, ions, etc. Ils se distinguent également par les énergies qu'ils permettent d'atteindre, celles-ci allant de quelques millions d'électronvolts (MeV) à quelques trillions (mille milliards) d'électronvolts (TeV). Un électronvolt (eV) est l'énergie qu'acquiert une particule de charge élémentaire accélérée sous une différence de potentiel d'un volt.

Le grand collisionneur hadronique (LHC) tout comme le collisionneur électron-positron (LEP) se classent parmi les accélérateurs circulaires dits «synchrotrons». Les particules y suivent une trajectoire circulaire entre des aimants dont les champs magnétiques repoussent celles-ci, donc les accélèrent. Elles y font un grand nombre de tours, ce qui leur permet d'atteindre de très hautes vitesses et de hautes énergies.

Comme en témoigne le tableau suivant, un certain nombre d'accélérateurs circulaires existent déjà à travers le monde. D'autres sont à venir, comme le LHC.

Appellation	Emplacement	Année de mise en marché	Type de collisions provoquées	Circonférence (km)	Énergie des collisions (GeV)
SPEAR	Stanford (États-Unis)	1972	e^+e^-	0,234	8
DORIS	Hambourg (Allemagne)	1973	e^+e^-	0,288	11,2
CESR	Cornell (États-Unis)	1979	e^+e^-	0,768	12
PEP	Stanford (États-Unis)	1980	e^+e^-	2,2	30
$Sp\bar{p}S$	CERN (Suisse)	1981	$p\bar{p}$	6,911	730
TRISTAN	?	1987	e^+e^-	3,08	64
TEVATRON	Fermilab (États-Unis)	1987	$p\bar{p}$	6,28	1800-2000
SLC	Stanford (États-Unis)	1989	e^+e^-	1,45 + 1,47 (2 anneaux)	100
BEPC	Chine	1989	e^+e^-	0,240	3,2 à 5,6
LEP	CERN (Suisse)	1989	e^+e^-	26,659	100
VEPP-4M	Novosibirsk (CEI)	1990	e^+e^-	0,37	12
HERA	Hambourg (Allemagne)	1992	ep	6,336	e: 42 p: 1640
UNK	Serpukhov (CEI)	1995 ?	$p\bar{p}$	20,772	6 000
VLEEP, INP	Serpukhov (CEI)	1996	e^+e^-	2x5 2x10 (2 anneaux)	1 000
LHC	CERN (Suisse)	1998	pp	26,659	16 000
SSC	Texas (États-Unis)	> 2000	pp	87,12	40 000

e^-: électron e^+: positron p: proton $\bar{p}$: antiproton

2. LES PARTICULES ÉLÉMENTAIRES

On considère comme particules élémentaires les plus petits constituants de la matière que l'on puisse isoler. Chaque particule élémentaire est caractérisée par sa masse, sa durée de vie, son spin (moment cinétique intrinsèque), sa charge électrique ainsi que d'autres nombres quantiques comme l'étrangeté, le charme, la beauté, etc. À chaque particule est associée l'existence d'une antiparticule de même masse, de même durée de vie mais de charge électrique opposée. Par exemple, l'antiparticule de l'électron e^- est le positron e^+.

On peut répartir en deux grandes classes les particules: celles qui agissent comme médiatrices des quatre interactions (bosons) et celles qui constituent la matière (fermions). Le tableau suivant récapitule les particules élémentaires connues à ce jour. Certaines, comme le quark «t» ou la particule de Higgs, sont toutefois des prédictions du modèle standard et n'ont pas encore été observées.

Bosons: particules médiatrices des interactions

Interaction forte:	8 gluons	m=0	spin=1
Interaction électromagnétique:	photon	m=0	spin=1
Interaction faible:	bosons intermédiaires W^+, W^-, Z^0		
		m_W=80 GeV/c^2	spin=1
		m_Z=90 GeV/c^2	spin=1
	particule de Higgs H^0	m_H=?	spin=0
Interaction gravitationnelle:	graviton (?)	m=0	spin=2

Fermions: particules constituant la matière

6 quarks: u	m_u = 0,3 GeV/c^2	spin = 1/2 charge électrique =2/3
c	m_c = 1,5 GeV/c^2	
t	m_t = ? (≥ 200 GeV)	
d	m_d = 0,3 GeV/c^2	spin = 1/2 charge électrique = -1/3
s	m_s = 0,5 GeV/c^2	
b	m_b = 5 GeV/c^2	
6 leptons: électron e^-	m_{e^-} = 0,0005 GeV/c^2	spin = 1/2 charge électrique = -1
muon μ^-	m_{μ^-} = 0,1 GeV/c^2	
tau τ^-	m_{τ^-} = 1,8 GeV/c^2	
3 neutrinos ν_e ν_μ et ν_τ	m = 0 (?)	spin = 1/2 charge électrique = 0

breuses années à la mise au point de détecteurs de particules, ainsi qu'à l'analyse des données fournies par ceux-ci. Après avoir participé à la conception et à la construction du détecteur OPAL utilisé au LEP, nous collaborons à la conception d'un nouveau détecteur pour le LHC, dénommé «EAGLE», et à la préparation d'un programme d'analyse des résultats.

À LA QUÊTE DES PARTICULES

Notre compréhension de la structure de la matière a considérablement progressé depuis le début du siècle. Ce progrès est le résultat de théories audacieuses que sont venues confirmer les expériences menées dans des accélérateurs de plus en plus puissants (*encadré 1*). Grâce à ces machines, l'analyse de la matière n'a cessé de s'affiner: de l'atome au noyau entouré de son nuage d'électrons, aux protons et aux neutrons qui composent à leur tour le noyau, puis aux quarks[3] qui forment le proton et le neutron. De fait, la mise en exploitation d'accélérateurs de particules, depuis 1950, a considérablement augmenté le nombre de particules connues (*encadré 2*).

L'image qu'on se fait aujourd'hui de la matière est relativement simple. On peut réduire les constituants de la matière à un nombre fini de fermions fondamentaux: les quarks et les leptons. Chacune de ces particules fondamentales a son antiparticule (antiquarks et antileptons). De plus, ces particules ne semblent pas avoir de structure, tout au moins aux distances explorées jusqu'à ce jour (environ 10^{-16} cm).

Toutes les connaissances acquises en physique des particules sont résumées dans le modèle dit «standard»[4], qui énumère les constituants de base connus dans la matière et les forces qui régissent leur comportement ainsi que les particules médiatrices qui communiquent ces forces. Ce modèle prédit toutefois l'existence de deux particules qui n'ont pas pu être détectées aux énergies de collision obtenues jusqu'ici: le quark «t» (*top*) et la particule de Higgs[5]. On pense que ces particules ont une masse importante. Leur détection nécessitera donc l'atteinte d'énergies très élevées, ce que devrait permettre le LHC.

LES QUATRE FORCES D'INTERACTION

Il y a en principe quatre forces qui régissent le monde des particules. Ce sont les forces électromagnétique, faible, forte et gravitationnelle.

Les forces d'interaction électromagnétique et gravitationnelle nous sont les plus familières puisque nous saisissons certains de leurs effets dans la vie de tous les jours. C'est ainsi, par exemple, que nous percevons l'interaction électromagnétique à travers les lois de l'électricité et du magnétisme. Cette interaction, qui est responsable de la force entre les électrons et les noyaux dans les atomes et les molécules, contrôle également le monde de la chimie. De son côté, la gravitation, une force attractive entre deux objets qui croît avec la masse de ceux-ci, est responsable de la pesanteur terrestre et gouverne le mouvement des planètes.

Les forces faible et forte nous sont moins apparentes car elles se révèlent lorsqu'on examine le comportement des constituants de la matière à un niveau qui échappe à nos sens. L'interaction faible, qui semble ne jouer aucun rôle dans la cohésion de la matière, ne se manifeste, en fait, que dans certaines collisions entre particules (collisions par neutrinos, par exemple) et dans certaines réactions de désintégration nucléaire. L'interaction forte est, quant à elle, responsable de la cohésion des constituants du noyau (neutrons et protons). Les particules soumises à cette interaction s'appellent des «hadrons». Il peut s'agir soit de baryons, comme le proton et le neutron, soit de mésons comme les pions (qui peuvent exister sous trois états de charges: π^+, π^- et π^0). D'un point de vue fondamental, les hadrons sont composés de quarks et de gluons (particules médiatrices de l'interaction forte).

Un coup d'oeil au tableau 1 permet de constater que la force de gravitation joue un rôle négligeable au niveau des particules: 1 pour l'interaction forte, 10^{-2} pour l'interaction électromagnétique, 10^{-5} pour l'interaction faible et 10^{-38} pour la gravitation. Il faut bien dire que les masses en cause sont très petites: celle de l'électron est de 0,511 MeV ou 9,109 10^{-31} kg et celle du proton est de 938 MeV ou 1,672 10^{-27} kg — l'énergie (e) est reliée à la masse (m) par la célèbre équation d'Einstein: $e=mc^2$. Nous ne considérons donc pas la gravitation dans le contexte présent. Par contre, les forces électromagnétique, faible, forte ont des points communs et, pour ce, semblent pouvoir être décrites par des mathématiques très similaires. En effet, l'interaction entre particules via chacune de ces forces est «médiée» par des bosons vectoriels, plus spécifiquement par une particule d'échange appelée «quantum d'interaction» (signalons que c'est le cas également de la gravitation, qui est médiée par un boson tensoriel, le graviton).

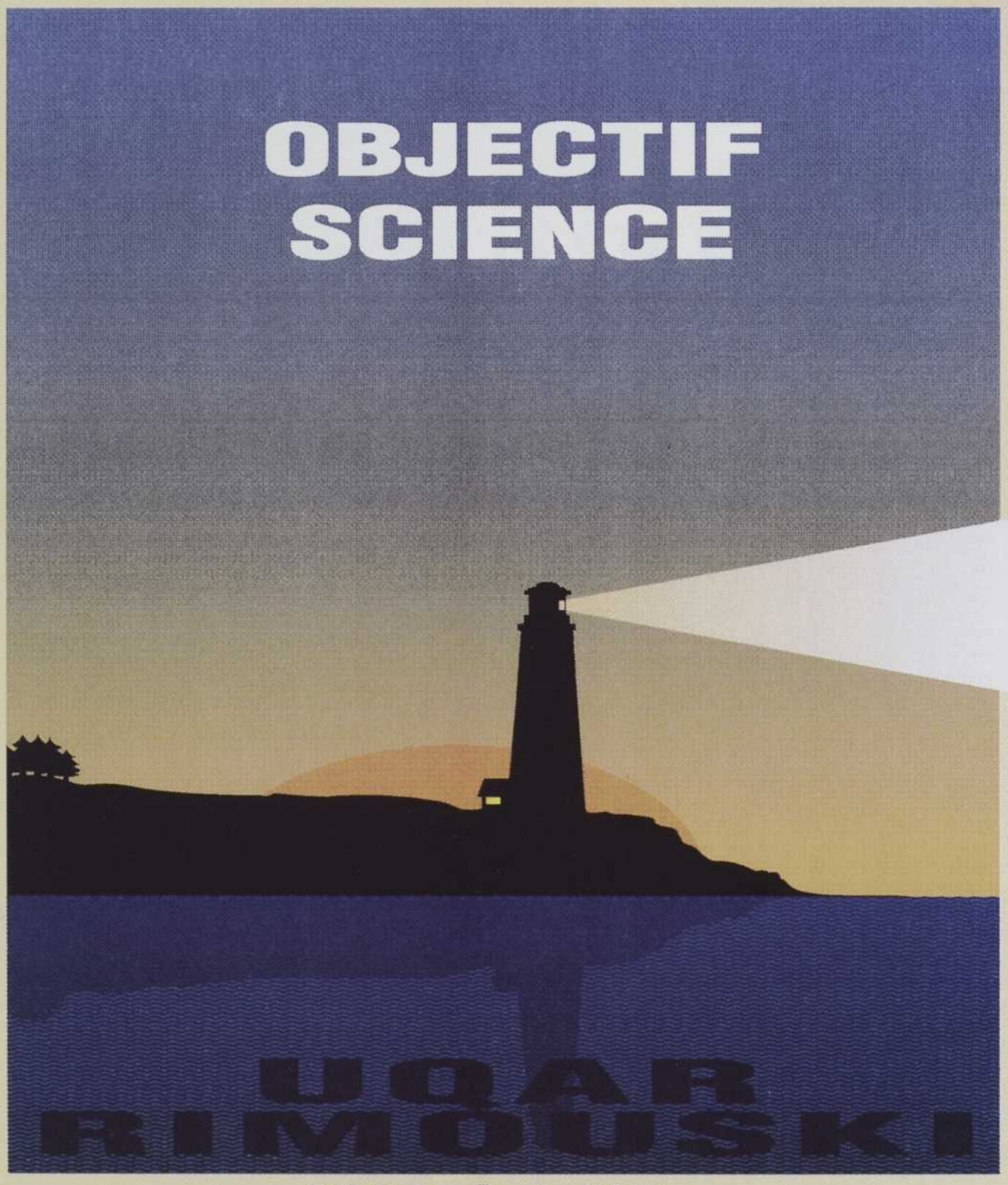
Prenons le cas de l'interaction électromagnétique. Nous savons que cette force qui s'applique aux particules

TABLEAU 1

Comparaison des quatre forces régissant le monde des particules

La force de gravitation joue un rôle négligeable au niveau des particules.

Force	Importance relative	Portée	Exemple
Gravitationnelle	10^{-38}	Infinie	Mouvement des planètes
Faible	10^{-5}	10^{-16} cm	Désintégration radioactive
Électromagnétique	10^{-2}	Infinie	Structures atomiques
Forte	1	10^{-13} cm	Liaison des quarks à l'intérieur du proton et du neutron



61e Congrès de l'Acfas

du 17 au 21 mai 1993 à Rimouski

Date limite pour présenter une communication : 4 décembre 1992
Date limite pour organiser un colloque scientifique : 13 novembre 1992

Université du Québec à Rimouski

Acfas
2730, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
Montréal (Québec) H3T 1B7
Tél.: (514) 342-1411
Téléc.: (514) 342-9552

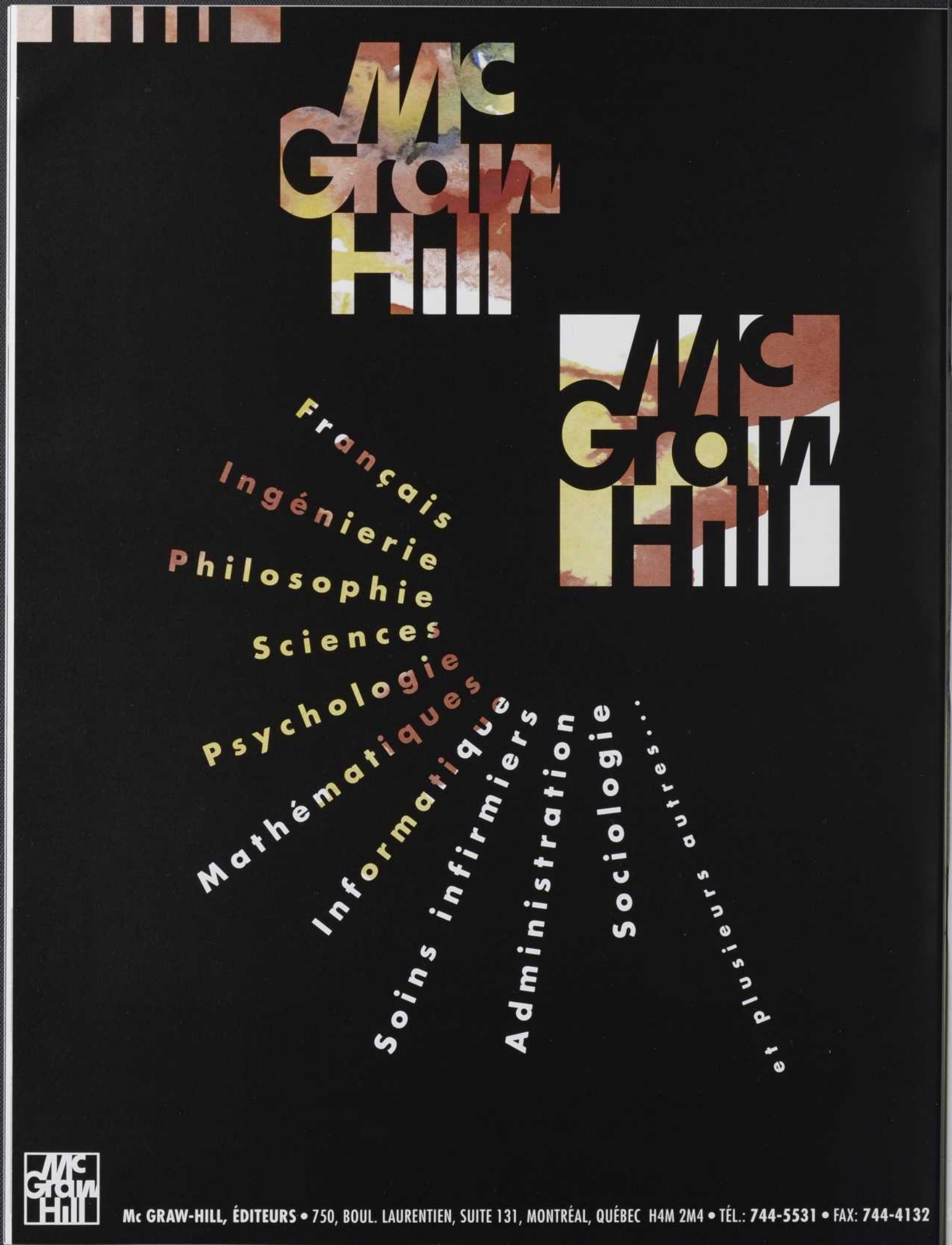
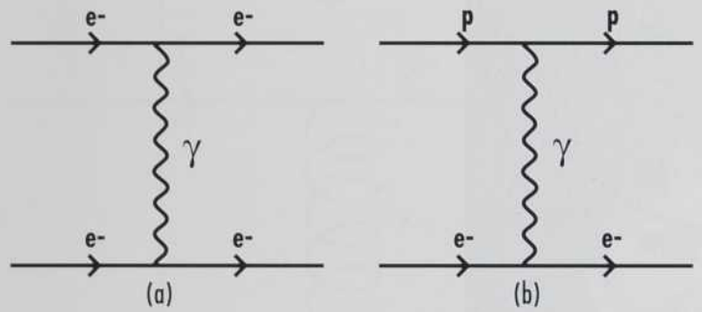

Mc Graw Hill
Mc Graw Hill
Français
Ingénierie
Philosophie
Sciences
Psychologie
Mathématiques
Informatique
Soins infirmiers
Administration
Sociologie
et plusieurs autres...
Mc Graw Hill
Mc GRAW-HILL, ÉDITEURS • 750, BOUL. LAURENTIEN, SUITE 131, MONTRÉAL, QUÉBEC H4M 2M4 • TÉL.: 744-5531 • FAX: 744-4132

FIGURE 2

Interaction électromagnétique



L'interaction électromagnétique est «médiée» par les photons γ. On observe en (a) la diffusion d'un électron e^- sur un autre électron e^- par échange d'un photon γ et en (b) la diffusion d'un électron e^- sur un proton p toujours par échange d'un photon γ.

chargées se manifeste par un échange de photons. Deux exemples faisant intervenir respectivement l'interaction entre deux électrons et l'interaction entre un proton et un électron toujours par échange de photons, sont présentés à la figure 2. La théorie de l'interaction de particules chargées médiées par des photons est appelée «électrodynamique quantique» (EDQ)[6].

L'interaction faible de particules suit la même image. Elle est médiée par les bosons intermédiaires W^+, W^- (interaction faible dite «par courants charges») et Z^0 (interaction faible dite «par courant neutre»). Des exemples d'interaction faible sont illustrés à la figure 3 où: (a) la désintégration β du neutron est présentée via l'échange d'un boson intermédiaire W^- (courant chargé) et (b) la diffusion d'un anti-neutrino sur un électron est représentée via l'échange d'un boson intermédiaire neutre Z^0 (courant neutre).

Depuis le début de la recherche en physique des particules, l'objet de la démarche a été d'unifier les forces électromagnétique, faible et forte, avec évidemment pour but ultime d'inclure aussi la gravitation dans un schéma unifié à quatre forces.

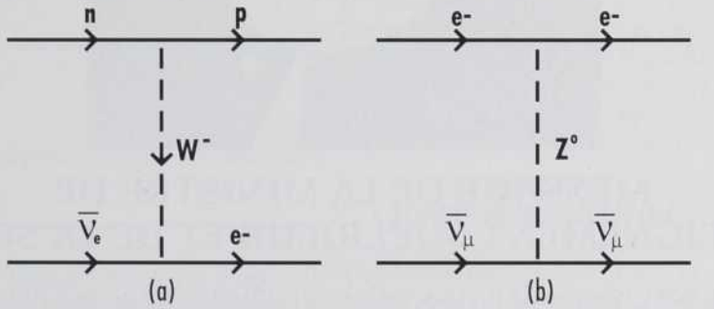
Il est possible aujourd'hui de rendre compte d'une description unifiée des interactions électromagnétique et faible: la force électrofaible. Cette unification s'est faite dans le cadre de la théorie proposée par Glashow, Salam et Weinberg au cours des années 60[7]. Dans cette théorie, il est prédit que la force d'interaction électrofaible requiert, en plus du photon (γ) — particule de masse nulle médiatrice de l'interaction électromagnétique —, l'existence des trois bosons massifs W^+, W^- et Z^0, de charge électrique +1, -1 et zéro respectivement, ces trois derniers agissant comme médiateurs de l'interaction faible. La masse de ces bosons est de 80 GeV/c^2 pour le W^+ et le W^-, et de 90 GeV/c^2 pour le Z^0. Cette théorie a été partiellement confirmée par la découverte, grâce au collisionneur proton-antiproton ($S\bar{p}pS$) du CERN en 1983, des particules W^+, W^- et Z^0 possédant les propriétés prédites par la théorie[8]. Il faut cependant noter que la théorie de Glashow, Salam et Weinberg prédit aussi l'existence d'une autre particule, appelée «boson de Higgs». Cette particule a été introduite par le théoricien Peter Higgs, pour expliquer les différences de masse entre les photons de masse nulle et les bosons intermédiaires de masse non nulle. Dans le cadre d'une unification électrofaible, il est important, en effet, de pouvoir relier par une symétrie, même brisée (*encadré 3*), les particules médiatrices des deux types d'interaction en cause. Or, la particule de Higgs est la trace du mécanisme (dit «de Higgs») permettant de construire les masses des bosons intermédiaires W^+, W^- et Z^0. Une confirmation complète de la théorie de Glashow, Salam et Weinberg ne sera donc possible qu'au moment de la découverte de cette particule, ce dont nous parlerons plus loin.

L'étape suivante dans cette démarche d'unification consistait à y inclure l'interaction forte. Pour ce faire, on a simplement étendu à cette interaction les mécanismes connus pour l'interaction électrofaible et on a introduit d'autres bosons intermédiaires, appelés «gluons». Ces derniers, au nombre de huit, sont les médiateurs de l'interaction forte et ils sont donc continuellement échangés entre les quarks, constituants élémentaires des protons et neutrons. L'interaction forte entre deux quarks est représentée à la figure 4. Cette théorie de l'interaction entre quarks, médiée par les gluons, est appelée «chromodynamique quantique» (CDQ)[9].

Pour résumer, on peut dire aujourd'hui que les interactions entre particules sont comprises dans le cadre du modèle standard. Ce dernier fait intervenir les interactions électrofaible (via les bosons intermédiaires W^+, W^- et Z^0 et les photons γ) et forte (via les gluons). Ces interactions agissent sur un nombre fini de constituants fondamentaux de la matière, c'est-à-dire six quarks et six leptons et leurs antiparticules.

FIGURE 3

Interaction faible



L'interaction faible est «médiée» par les bosons intermédiaires W^+, W^- et Z^0. On a représenté en (a) la désintégration β d'un neutron n en proton p ($n \rightarrow p\, e^-\, \bar{\nu}_e$) par l'échange du boson W^- (courant chargé) et en (b) la diffusion d'un anti-neutrino $\bar{\nu}_\mu$ sur un électron e^- par l'échange du boson Z^0 (courant neutre).

L'OBJECTIF DU LHC

La vérification expérimentale du modèle standard est l'objectif premier du projet du grand collisionneur hadronique qui, créant une énergie totale de collision de 16 TeV, offrira la possibilité de découvrir le boson de Higgs et le quark *top*.

D'une façon plus générale, la construction d'accélérateurs de particules capables d'atteindre des énergies de collision de plus en plus élevées répond à deux nécessités. D'une part, les hautes énergies sont nécessaires pour pouvoir créer, avec une probabilité suffisante, les conditions de production de particules de plus en plus lourdes, ces dernières étant formées de quarks de plus en plus lourds (*figure 5*).

3. LA SYMÉTRIE DE JAUGE BRISÉE

L'interaction électrofaible est décrite dans le cadre des théories à symétrie de jauge brisée spontanément. Cette symétrie relie les interactions électromagnétique et faible, et donc le photon et les bosons intermédiaires W^+, W^- et Z^0, qui en sont les vecteurs. Cette symétrie relie également les quarks et leptons qui subissent ces interactions. De façon générale, une symétrie de jauge implique la possibilité d'une transmutation entre deux particules qu'elle relie. Par exemple, un μ^- peut se transformer en un ν_μ par émission d'un W^+ ou absorption d'un W^-.

On parle de symétrie brisée spontanément parce que la symétrie n'apparaît pas de manière évidente à l'observation tout en existant dans les équations fondamentales. Un exemple très connu d'une telle symétrie est celle d'une tige rectiligne subissant une force de compression appliquée entre ses deux extrémités. En l'absence de la force, cet ensemble présente une symétrie de rotation par rapport à l'axe de la tige, toutes les directions étant alors équivalentes. Une fois que la force est appliquée, la tige se plie et une direction particulière est ainsi privilégiée. La symétrie de rotation du système, bien que toujours reflétée par les équations qui décrivent le système, se trouve cachée par la flexion de la tige. C'est ce qu'on appelle «brisure spontanée de symétrie». Pour réaliser la brisure spontanée de la symétrie électrofaible, on doit introduire des particules de Higgs, qui jouent le rôle de la tige flexible, tandis que la symétrie électrofaible est le pendant de la symétrie de rotation dans notre exemple précédent. Le mécanisme de Higgs permet alors d'engendrer les masses des bosons intermédiaires W^+, W^- et Z^0 tout en laissant le photon de masse nulle. Les interactions faible et électromagnétique sont ainsi distinguées bien que la symétrie électrofaible soit toujours présente dans les équations.



MESSAGE DE LA MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA SCIENCE

À l'occasion du 60e Congrès de l'Association canadienne française pour l'avancement de la science (ACFAS), il m'est agréable de souligner la contribution exceptionnelle de l'Association au rayonnement de la communauté scientifique francophone. L'ACFAS se distingue par le souci qu'elle a toujours eu de mettre en valeur les travaux ayant une véritable portée scientifique et par sa volonté de faire de ses assises annuelles un carrefour ouvert aux scientifiques de toutes les disciplines.

Grâce au caractère très diversifié des disciplines représentées, à l'intérêt des thèmes retenus et à la qualité des conférenciers, le congrès annuel de l'ACFAS est devenu un important lieu de rendez-vous des scientifiques. Mais, plus encore, il illustre les progrès énormes que l'activité scientifique a connus au Québec au cours des dernières décennies. Cet important rassemblement, auquel participent quelque 4 000 scientifiques, témoigne de notre vitalité scientifique.

La contribution de toutes les régions au développement scientifique et technologique est déterminante pour le Québec, en ce qu'elle constitue une force motrice qui a des incidences sur l'ensemble de la société. C'est pourquoi je suis fière de souligner la contribution financière importante qu'apporte le gouvernement du Québec au renforcement du potentiel scientifique et technologique de l'ensemble du Québec.

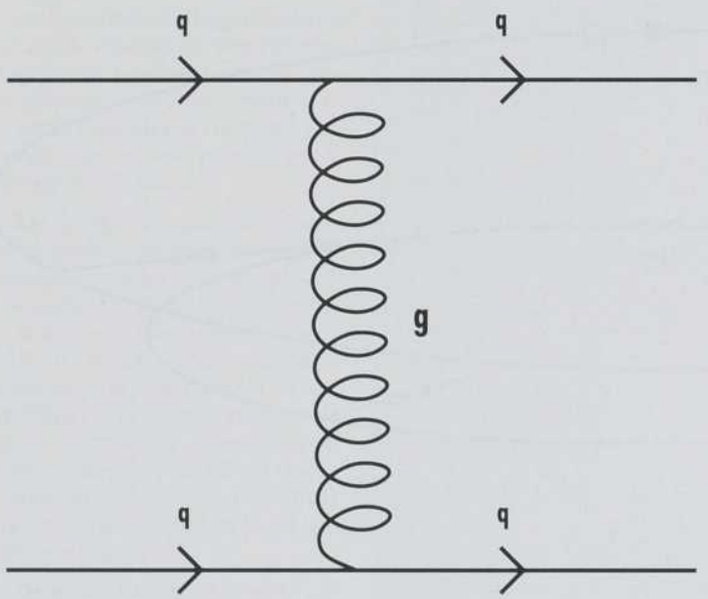
Québec

Lucienne Robillard

Lucienne Robillard

FIGURE 4

Interaction forte



L'interaction forte est «médiée» par les gluons. On observe ici l'interaction entre deux quarks q par l'échange d'un gluon g.

D'autre part, la construction de ces accélérateurs permet d'explorer la matière à des distances de plus en plus petites. Une étude aux petites distances, c'est-à-dire à des fréquences — donc à des énergies — de plus en plus grandes, permet de confirmer ou d'infirmer l'existence de sous-structures des constituants ultimes de la matière non prévues par le modèle standard. La découverte de telles sous-structures, comme d'ailleurs celle de particules non prévues par le modèle standard, forcerait à repenser notre conception de l'univers et de son évolution. Cette conception est fondée sur le fait généralement accepté que l'univers a débuté par un big bang il y a environ 15 milliards d'années et que son expansion continue aujourd'hui. La température résiduelle de 3 K mesurée en tout point de l'espace témoigne de cette explosion initiale[10].

L'univers, au départ, était un point dont la dimension était de 10^{-33} cm; donc, une densité d'énergie gigantesque caractérisait cet instant initial. Évidemment, les lois physiques régissant l'univers à d'aussi grandes densités d'énergie défient pour l'instant toute compréhension.

À 10^{-43} s après le big bang, la température «ambiante» était de 10^{32} K. C'était une «époque» de grande unification et de grande symétrie puisque les forces forte, électromagnétique et faible n'étaient pas différenciées et qu'il y avait autant de matière que d'antimatière.

La différenciation entre la force forte et la force électrofaible a eu lieu à 10^{-34} s lorsque régnait une température de 10^{27} K. Cette époque est souvent décrite comme un univers constitué d'un plasma de quarks et de gluons. On pourra peut-être l'étudier grâce à des collisions d'ions lourds dans le LHC.

Le plasma de quarks et de gluons a ensuite évolué pour former, à 10^{-10} s après le big bang et à une température de 10^{15} K, un gaz d'hadrons dont les éléments étaient constitués par des ensembles de quarks et d'antiquarks. Les conditions régnant à cette époque pourront être reproduites dans le LHC. Cette période est aussi marquée par la séparation entre les forces électromagnétique et faible. La dominance de la matière sur l'antimatière, commencée au temps du plasma de quarks et de gluons, se renforce alors puisque les antiquarks disparaissent par annihilation avec les quarks et ne sont plus recréés, la densité d'énergie étant devenue trop faible.

Cette tendance à la disparition de l'antimatière libre dans l'univers se concrétise à 1 s après le big bang et à une température de 10^{10} K par l'annihilation des positrons par les électrons qui, eux, subsistent.

Trois minutes après le big bang, la température étant de 10^{9} K, les protons et neutrons créés dans la phase du gaz de hadrons peuvent former les premiers noyaux simples: deutérium, hélium et lithium. Il faut attendre 300 000 années, quand la température est de 610^{3} K, pour que se forment les premiers atomes d'hydrogène, d'hélium et de lithium.

Les noyaux plus lourds tels que le carbone et le fer sont créés à l'intérieur des étoiles, 1 milliard d'années après le big bang, à la température de 18 K, alors que la matière de l'univers est répartie en galaxies et étoiles.

C'est finalement 15 milliards d'années après le big bang et à une température résiduelle de 3 K que les atomes peuvent s'associer en systèmes plus complexes de molécules pour finalement aboutir à l'être humain.

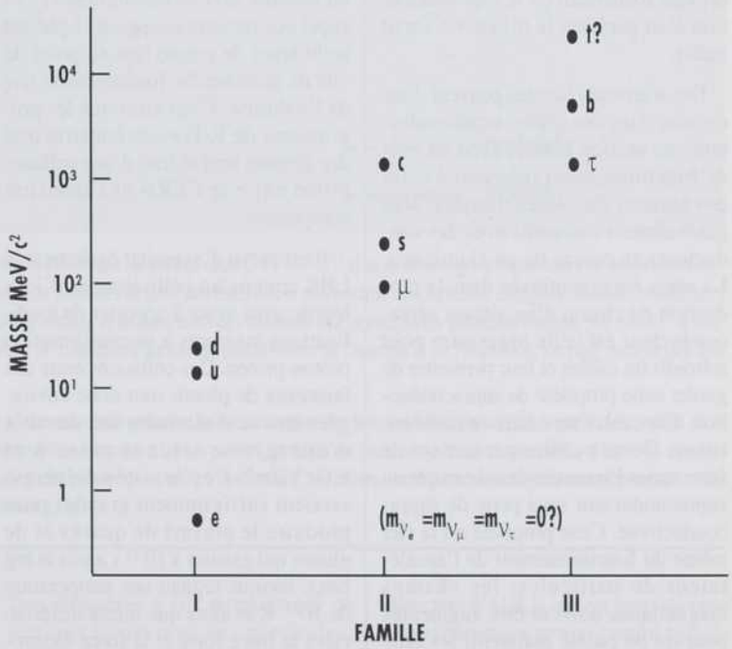
LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU LHC

Le collisionneur LHC sera un accélérateur du type synchrotron et sa circonférence sera de 27 km. Son but sera de produire des collisions proton-proton à très hautes énergies. Pour amener des faisceaux de particules de même charge en collision, il est nécessaire de les faire circuler dans des champs magnétiques séparés. C'est pourquoi le collisionneur sera constitué de deux anneaux (chambres à vide) insérés à l'intérieur d'une seule culasse d'aimant et permettant le stockage de deux faisceaux de protons circulant en sens contraires. Les protons gardés en orbites circulaires dans chacun des anneaux seront accélérés à une énergie de 8 TeV environ chacun avant qu'on les amène en collisions frontales. L'énergie totale de collision ainsi atteinte sera de 16 TeV (*figure 6*).

L'utilisation d'aimants supraconducteurs permettra d'obtenir les inductions de 10 teslas nécessaires au stockage sur des orbites stables de faisceaux de protons de 8 TeV. L'anneau LHC nécessitera ainsi 1800 aimants de courbure supraconducteurs, chacun d'une longueur de 9 m, et 400 aimants quadrupolaires de focalisation. Un cryostat maintiendra la culasse d'aimant à une température suffisamment basse pour permettre la supraconduction. La supraconduction est une propriété que certains maté-

FIGURE 5

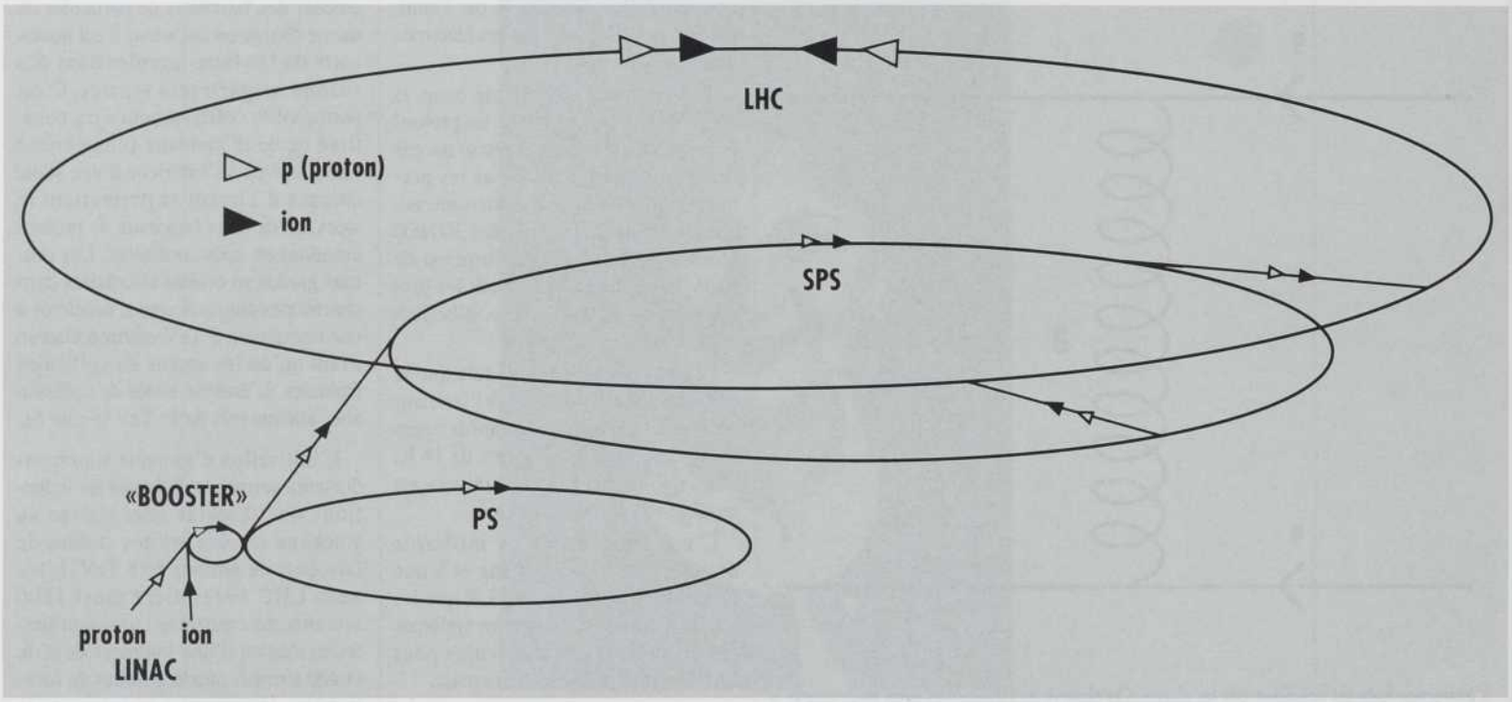
Masse des particules selon leur famille



Les particules peuvent être regroupées en trois familles selon leur masse. Nous ignorons toujours la masse du quark «t» (top) et nous ne savons pas encore si la masse des neutrinos ν_e, ν_μ et ν_τ est vraiment nulle.

FIGURE 6

Système d'accélération des particules en exploitation au CERN



L'injection des protons ou des ions dans le LHC se fera grâce à deux accélérateurs déjà exploités au CERN: le synchrotron à proton (PS) complété de son «booster» (PSB) et du LINAC (générateur de protons ou d'ions), ainsi que le supersynchrotron à protons (SPS). Le scénario d'injection est le suivant: le LINAC fournit des protons ou des ions qui sont successivement accélérés dans le «booster», le PS, le SPS puis le LHC. Seule une telle chaîne d'accélération permet d'atteindre les énergies voulues (8 TeV par faisceau dans le cas des protons).

riaux acquièrent quand on les refroidit à basse température: leur résistance au passage du courant électrique disparaît presque totalement (si la supraconduction était parfaite, la résistance serait nulle).

Des intensités élevées peuvent donc circuler dans des câbles supraconducteurs de section réduite avec un coût de fonctionnement inférieur à celui des aimants classiques, lesquels sont généralement construits avec des conducteurs en cuivre ou en aluminium. La seule énergie utilisée dans la production du champ d'un aimant supraconducteur est celle nécessaire pour refroidir les câbles et leur permettre de garder cette propriété de supraconduction. Ces câbles sont faits en niobium-titane. De tels câbles permettent de faire varier l'intensité dans le matériau supraconducteur sans perte de supraconductivité. Cette propriété est la clef même du fonctionnement de l'accélérateur de particules: les champs magnétiques doivent être augmentés pour qu'on puisse maintenir les faisceaux de protons sur leur orbite quand ceux-ci sont accélérés depuis leur énergie d'injection jusqu'à leur énergie de pointe avant la collision.

Comme on peut le voir, la construction d'un accélérateur de particules avec de telles performances constitue un énorme défi technologique et fait appel aux ressources apportées par des techniques de pointe tant du point de vue de la recherche fondamentale que de l'industrie. C'est ainsi que les programmes de R-D et de construction des aimants sont le fruit d'une collaboration entre le CERN et l'industrie européenne.

Il est prévu d'exploiter également le LHC comme un collisionneur d'ions lourds, sans avoir à apporter de modifications majeures à sa configuration proton-proton. Des collisions entre des faisceaux de plomb sont donc envisagées en vue d'atteindre des densités d'énergie se situant entre 5 et 8 GeV/fm^3. Ces densités d'énergie seraient suffisamment grandes pour produire le plasma de quarks et de gluons qui existait à 10^{-34} s après le big bang, lorsque régnait une température de 10^{27} K et alors que furent différenciées la force forte et la force électrofaible.

Nous avons vu plus haut qu'on peut se représenter une particule dite «élémentaire» sous la forme d'un sac contenant des quarks et des gluons. A basse densité, c'est-à-dire à la densité de la matière qui nous entoure habituellement (environ 0,165 GeV/fm^3), la matière nucléaire est simplement une collection de protons et de neutrons. À une densité suffisamment grande, les protons et neutrons vont s'interpénétrer et leurs constituants vont perdre leur identité, c'est-à-dire que chacun d'eux se verra entouré d'autres constituants qui ne se souviendront plus de leur proton ou de leur neutron d'origine. La matière hadronique atteindra alors un état «chaotique» apparaissant comme un plasma de quarks et de gluons à très haute température et à très grande densité (5-6 GeV/fm^3)[11]. L'état «chaotique» ainsi créé se refroidira en émettant des particules. Une indication expérimentale de cet état est donc une très grande multiplicité de particules produites transportant de l'énergie à grands angles par rapport à l'axe de la collision. La distribution d'énergie résultante est déterminée en mesurant l'énergie transverse. Il faut ajouter aussi que dans une telle situation, la production de paires de leptons telles que $e^+ e^-$ et $\mu^+ \mu^-$ et de photons issus directement du plasma au moment de sa formation, sont des signaux possibles de son existence.

LE SYSTÈME DE DÉTECTION POUR LE LHC

Les particules produites par les collisions proton-proton ont un temps de vie très court (10^{-10} s, 10^{-12} s) et se désintègrent rapidement en particules chargées ou neutres donnant la plupart du temps, après une ou plusieurs étapes, des électrons et des muons. Les particules chargées, passant au travers de la matière, ionisent les atomes qu'elles rencontrent sur leur chemin et laissent ainsi des traces de leur passage. C'est là le principe de base de beaucoup de mécanismes de détection[12]. Les particules neutres, par contre, qui ne produisent pas d'ionisation, ne laissent pas de traces. Cependant, on peut reconstruire leur trajet durant les diverses étapes de la réaction, en analysant les traces des particules chargées, et en appliquant les lois de la conservation de l'énergie et de l'impulsion à chaque vertex (sommet) d'où émergent la ou les trajectoires de particules chargées (visibles) et la ou les trajectoires de particules neutres (invisibles). Un exemple de vertex est illustré à la figure 7.

Les expériences qui seront réalisées avec le LHC fonctionnant en mode proton-proton fourniront l'occasion de vérifier le modèle standard en découvrant la particule de Higgs et le quark *top*, ou de chercher une nouvelle physique, c'est-à-dire de nouveaux leptons lourds, des bosons vectoriels et d'autres particules de Higgs prédites dans les nombreuses extensions possibles du modèle standard.

Les systèmes de détection de particules devront s'appuyer sur des technologies nouvelles si on veut pouvoir les adapter aux conditions d'exploitation très exigeantes imposées par le LHC. Ils devront pouvoir fonctionner à des fréquences de collision élevées et détecter la très grande multitude de particules produites — quelques centaines de particules dans le cas de collisions proton-proton et quelques milliers de particules dans le cas ion-ion (ions lourds).

De plus, il faudra exploiter ces détecteurs dans un environnement soumis à un haut niveau de radiations. On s'attend à ce que ce bruit de fond de radiation, créé par les collisions des particules avec les divers matériaux présents dans les zones expérimentales, soit surtout produit par des neutrons de basse énergie (d'environ 1 MeV) à raison de 10^{13} neutrons par année et par centimètre carré. Le haut taux répétitif des collisions, à raison d'une collision toutes les 15 ns, nécessitera la recherche de solutions nouvelles pour augmenter la vitesse d'acquisition, de stockage et de traitement des données. Il requerra également des détecteurs à collection de charges très rapides. En vue de résoudre les configurations d'événements très compliquées dues aux nombreuses particules produites à chaque collision, les détecteurs devront finalement montrer une grande granularité.

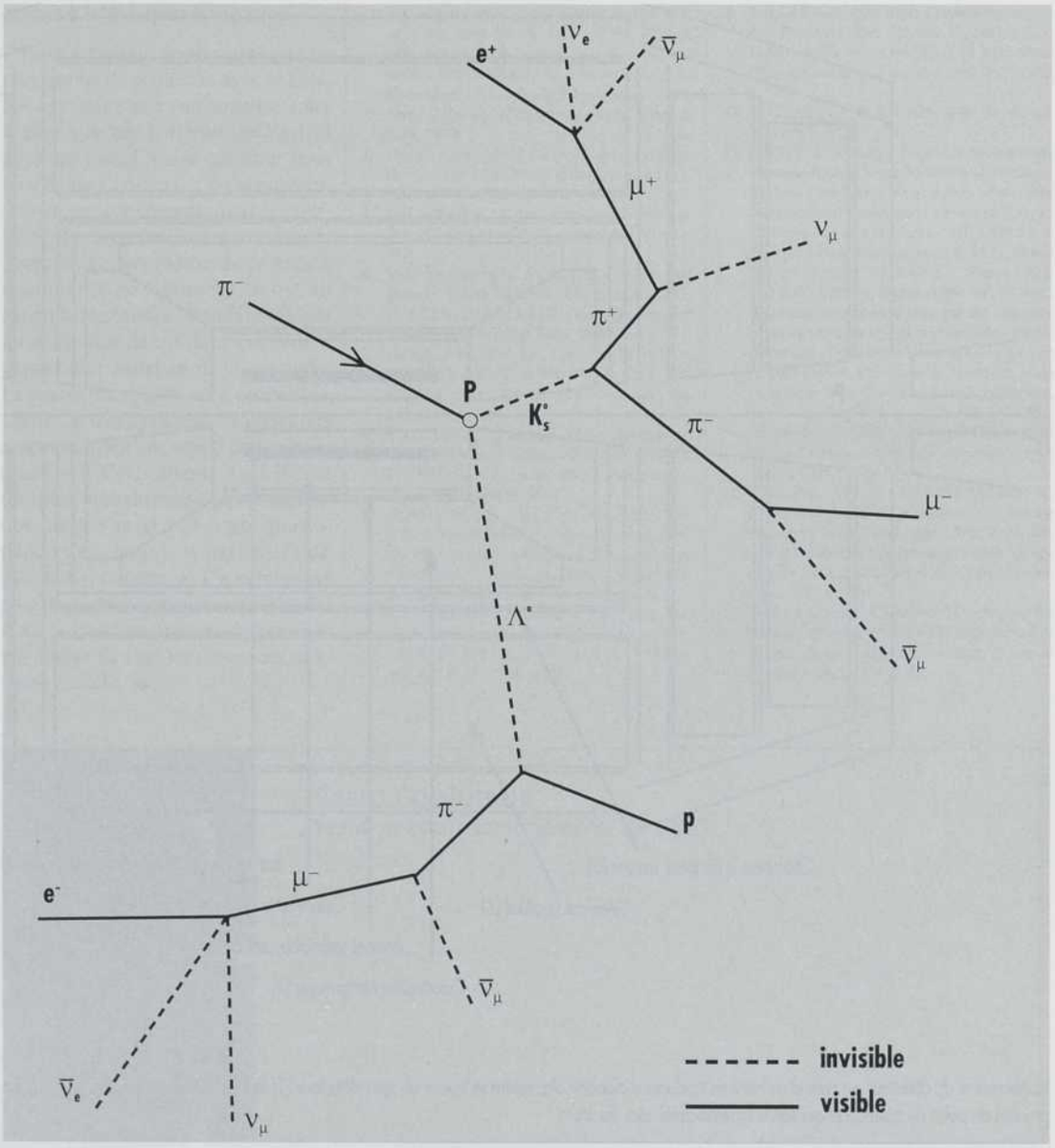
La géométrie même des collisions exige que l'on ait, pour les détecteurs, une structure en baril, ce qui impose des contraintes mécaniques très sévères dans leur construction. Par ailleurs, le nombre élevé et la diversité des événements à étudier imposent la construction d'une variété de sous-détecteurs complémentaires permettant toutes les combinaisons possibles ou presque en vue d'étudier un grand nombre d'événements possédant un large éventail de caractéristiques.

La mesure de l'énergie et l'identification des particules seront faites à l'aide de calorimètres électromagnétiques et hadroniques. Les calorimètres de EAGLE auront l'argon liquide comme milieu actif et le plomb comme milieu passif. Ces calorimètres seront exploités dans un champ magnétique de façon à séparer les traces des particules de charges opposées. Des chambres à fils permettront de retracer le passage des particules, c'est-à-dire de déterminer leurs trajectoires à partir du point de collision.

À titre d'exemple, nous reproduisons schématiquement, à la figure 8, le détecteur EAGLE qui est proposé pour des expériences proton-proton avec le LHC. Cette description du détecteur, bien que sommaire, a l'avantage de donner une idée des dimensions des sous-détecteurs employés et de leur type. La géométrie de ce détecteur est

FIGURE 7

Diffusion d'un pion π^- sur un proton

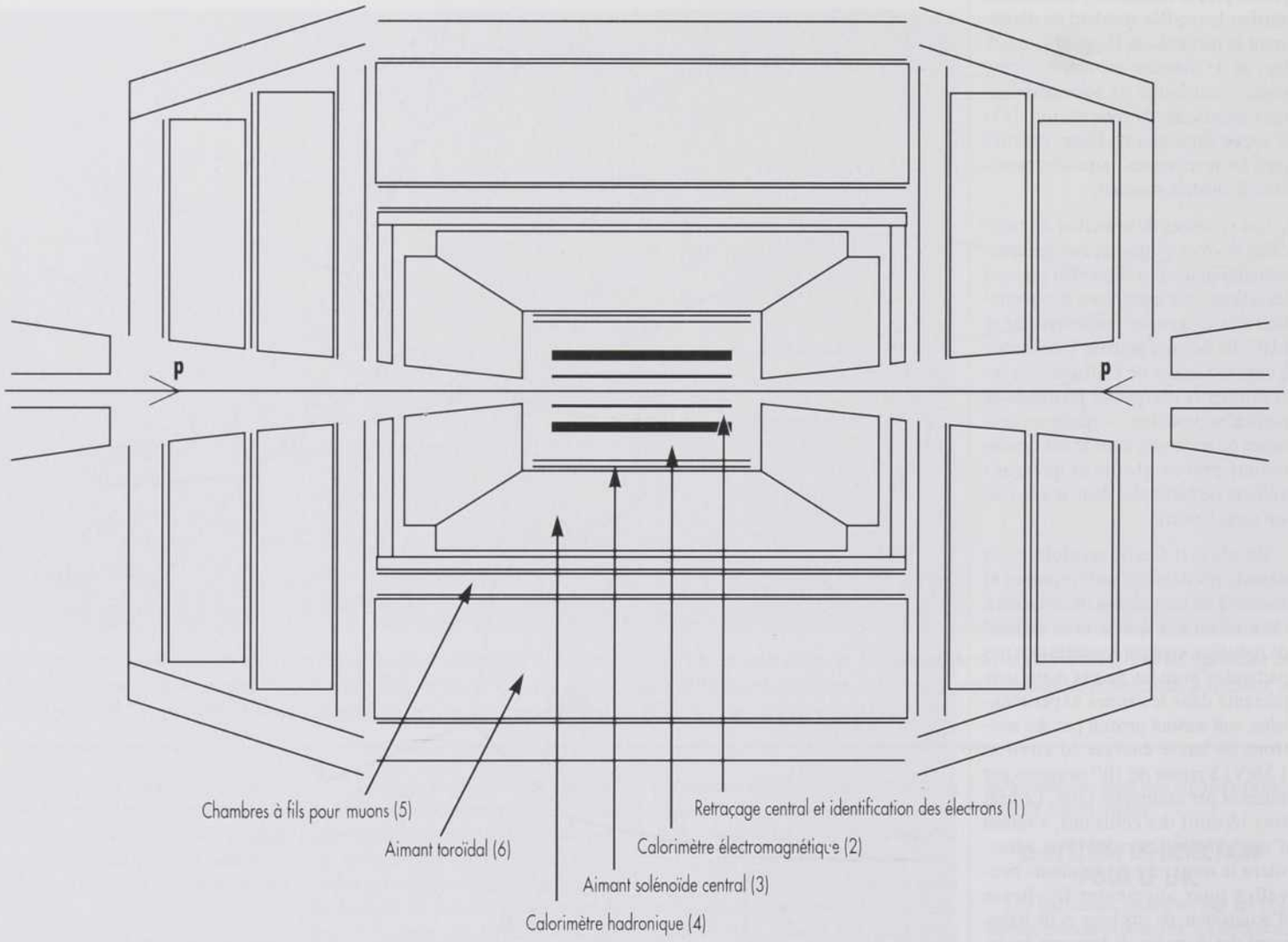


Les particules produites par les collisions proton-proton ont un temps de vie très court (10^{-10} s, 10^{-12} s) et se désintègrent rapidement en particules chargées ou neutres donnant la plupart du temps, en une ou plusieurs étapes, des électrons et des muons. Les particules chargées (électron, muon, etc.) ionisent les atomes qu'elles rencontrent en traversant la matière et laissent ainsi des traces de leur passage. Les particules neutres, par contre, ne laissent aucune trace; elles sont donc invisibles. Toutefois, en appliquant les lois de conservation de l'énergie et de l'impulsion, on peut reconstruire leur trajet à partir de ceux des particules chargées.

Dans l'exemple présenté ici, la diffusion d'un pion π^- sur un proton p donne lieu dans un premier temps à l'émission de deux particules neutres Λ° et κ°_s. Ces dernières se désintègrent ensuite respectivement en un pion π^- et un proton, ainsi qu'en deux pions π^+ et π^-. Les pions π^+ et π^- se désintègrent à leur tour en des muons μ^+ et μ^- avec émission des neutrinos ν_μ et $\bar{\nu}_\mu$. Finalement, les muons μ^+ et μ^- se désintègrent respectivement en un positron et un électron avec émission de deux neutrinos ν_e et ν_μ.

FIGURE 8

Schéma du détecteur EAGLE



La géométrie du détecteur est celle d'un baril en «pelures d'oignon». Au centre se trouve un sous-détecteur (1) fait de microbandes de silicium, qui permet de retracer les trajectoires des particules très proches du point de collision et qui sert à l'identification des électrons.

Vient ensuite un calorimètre électromagnétique (2), qui permet la mesure de l'énergie des électrons et photons émis lors des collisions. Ce calorimètre est suivi d'un aimant solénoïde central (3) atteignant un champ de 1,5 tesla. Un calorimètre hadronique (4) suit ce solénoïde; il mesure l'énergie des hadrons produits lors des collisions proton-proton. Finalement, de grandes chambres à fils (5) qui servent à retracer les muons sont situées de part et d'autre d'un aimant toroïdal (6).

celle d'un baril en «pelures d'oignon». Au centre se trouve un sous-détecteur fait de microbandes de silicium, qui permet de retracer les trajectoires des particules très proches du point de collision et qui sert à l'identification des électrons. Vient ensuite un calorimètre électromagnétique, qui permet la mesure de l'énergie des électrons et photons émis lors des collisions. Ce calorimètre est suivi d'un aimant solénoïde central atteignant un champ de 1,5 tesla. Un calorimètre hadronique suit ce solénoïde; il mesure l'énergie des hadrons produits lors des collisions proton-proton. Finalement, de grandes chambres à fils qui servent à retracer les muons sont situées de part et d'autre d'un aimant toroïdal. Le coût du détecteur EAGLE pourrait atteindre 500 millions de dollars.

L'Université de Montréal participe à la recherche et au développement d'un prototype de ce détecteur fait de microbandes au silicium et d'un prototype de calorimètre à argon liquide électromagnétique et hadronique en vue de la construction et de la mise au point de la version finale des détecteurs qui seront installés dans EAGLE. L'Université élabore aussi un programme de recherche sur l'étude du modèle standard et surtout sur l'exploration de diverses avenues au-delà de ce modèle[13]. La définition de ce programme, à ce stade préparatoire, nécessite de nombreuses études de type Monte Carlo pour simuler des phénomènes physiques en utilisant la géométrie et la composition des sous-détecteurs qui formeront finalement le détecteur EAGLE. Ces études de simulation permettent d'affiner les recherches et contribuent à l'optimisation du détecteur final. Elles exploitent des ressources considérables en ordinateurs.

Le programme de recherche actuel et futur de l'Université de Montréal permet enfin à nos étudiants et étudiantes de poursuivre des études de maîtrise et de doctorat dans le cadre du projet EAGLE (comme c'est déjà le cas, d'ailleurs, avec OPAL).

CONCLUSION

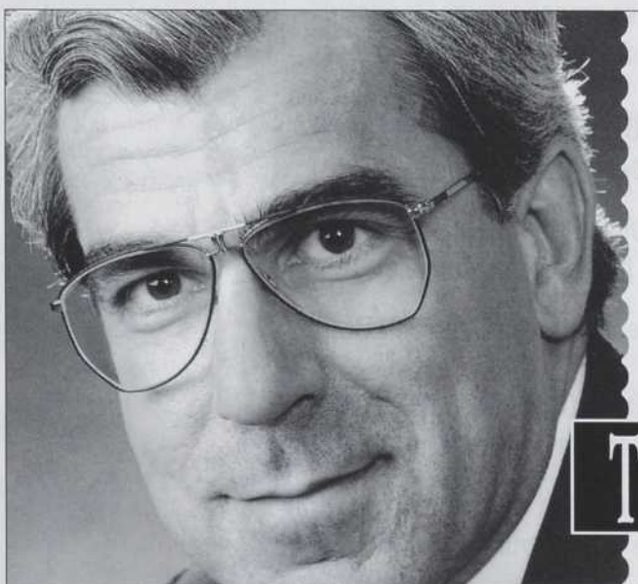
Les conditions expérimentales fournies par le collisionneur proton-proton LHC rendront possible la vérification

de la représentation que nous nous faisons de l'organisation de la matière au niveau de ses constituants ultimes, représentation qui correspond aujourd'hui au modèle standard. Les expériences réalisées auprès du LHC permettront de confirmer l'existence ou non du boson de Higgs et du quark *top*. Il est fort possible que le modèle standard soit en fait le cas limite d'un modèle plus général. Le LHC permettra alors l'exploration de diverses voies au-delà de ce modèle. La découverte de l'existence de sous-structures des constituants ultimes de la matière, de bosons vectoriels de grandes masses et de petites largeurs, autres que le W et Z, ou de particules de Higgs chargées, prévues par les nombreuses extensions possibles du modèle standard, nous forceraient à réviser notre vision de l'univers et de son évolution depuis le big bang initial. Il est possible que le LHC puisse fournir des informations précises sur certaines phases de la matière qui se sont manifestées au cours de l'évolution de l'univers. En particulier, l'exploitation du LHC comme collisionneur ion-ion est susceptible de générer des densités d'énergie suffisamment grandes pour produire le plasma de quarks et de gluons qui existait à 10^{-34} s après le big bang.

Pour terminer, soulignons que ce programme de recherche avec le LHC fait apparaître une convergence entre la physique des particules et l'astrophysique dans l'image que nous nous faisons de l'univers et de son évolution et, par conséquent, dans la poursuite de certains objectifs de recherche. Le problème de la masse manquante de l'univers en est un exemple: le modèle standard tel que nous l'avons décrit dans cet article requiert des neutrinos de masse nulle. La masse manquante telle qu'évaluée par les astrophysiciens requiert des neutrinos ayant une masse de quelques dizaines d'électronvolts. Le LHC ne fournira probablement pas d'indication précise quant à la masse du neutrino. Cependant, il permettra de découvrir, comme on l'a mentionné plus haut, des extensions possibles du modèle standard et donc de proposer une image de l'univers avec des neutrinos massifs. ■

Notes et références

1. LEMAITRE, G. *Ann. Soc. Sci.*, Bruxelles, vol. A47, 1927, p. 49; *id.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, vol. 91, 1931, p. 483; EDDINGTON, A.S. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, vol. 90, 1930, p. 668; pour une revue critique de la question, voir aussi: WEINBERG, S. *Gravitation and Cosmology*, «Principles and Applications of the General Theory of Relativity», John Wiley & Sons, 1972.
2. *Design Study of the Large Hadron Collider* (LHC), The LHC Study Group, 2 mai 1991, CERN 91-03, Genève, 1991.
3. GELL-MANN, M. *Phys. Lett.*, vol. 8, 1964, p. 214; ZWEIG, G., CERN preprint 8419/Th., p. 412.
4. Voir, par exemple: KUN, L.B. *Leptons and Quarks*, North Holland, Amsterdam, 1982; HALZEN, F. et MARTIN, A.D. *Quarks and Leptons*, John Wiley & Sons, 1984.
5. HIGGS, P.W. *Phys. Rev. Lett.*, vol. 12, 1964, p. 132; ENGLERT, F. et BROUT, R., *ibid.*, vol. 13, 1964, p. 321; HIGGS, P.W. *Phys. Rev.*, vol. 145, 1966, p. 1156.
6. KÄLLEN, G. *Quantum Electrodynamics*, Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1972; FEYNMAN, R.P. *Quantum Electrodynamics*, New York, Benjamin, 1962.
7. GLASHOW, S.L. *Nucl. Phys.*, vol. B22, 1961, p. 579; WEINBERG, S. *Phys. Rev. Lett.*, vol. 19, 1967, p. 1264; SALAM, A. *Proceedings of the 8th Nobel Symposium*, 1968, Stockholm, N. Svartholm, Almqvist et Wiksell (éd.), p. 367.
8. UA (1) ARNISON, G. et coll. *Phys. Lett.*, vol. B122, 1983, p. 103; vol. B126, 1983, p. 398; vol. B129, 1983, p. 273; vol. B134, 1984, p. 469; vol. B135, 1984, p. 250. UA (2) BANNER, M. et coll. *Phys. Lett.*, vol. B122, 1983, p. 476; BAGNAIA, P. et coll. *Phys. Lett.*, vol. B129, 1983, p. 130; BAGNAIA, P. et coll. *Zeit. Phys.*, vol. C24, 1984, p. 1.
9. WILCZEK, F. «Quantum Chromodynamics», *Ann. Rev. Nucl. Part. Sci.*, vol. 32, 1982, p. 177; MARCIANO, W. et PAGELS, H. «Quantum Chromodynamics», *Phys. Rep.*, vol. 36C, 1978, p. 137.
10. PENZIAS, A.A. et WILSON, R.W. *Ap. J.*, vol. 22, 1950, p. 153.
11. LEROY, C. «Energy Flow and Multiplicity Measurement in Ultra-Relativistic Nucleus-Nucleus Collisions», *Proceedings of the IIIrd International Symposium on «High Energy Experiments and Methods»*, HEXAM'89 at Bechyne Castle, Tchécoslovaquie, 25 au 30 juin 1989, P. Reimer, M. Suk et V. Simak (éd.), University Karlovy, Prague, 1989, vol. 47; *ibid.*, «Quelques aspects de la physique des collisions noyau-noyau à énergie ultra-relativiste», conférence aux Deuxièmes Entretiens du Centre Jacques-Cartier, Université de Montréal, 12 au 14 octobre 1988, *Canadian Journal of Physics*, vol. 67, nº 12, 1989, p. 1207; WILLIS, W.J. «Heavy-Ion Collisions», 1988, CERN School of Physics, Lefkada, Grèce, 8 septembre au 1er octobre 1988, CERN 91-01.
12. Voir, par exemple: KLEINKNECHT, K. *Detectors of Particle Radiation*, Cambridge University Press, Cambridge, 1986; FABJAN, C.W. *Concepts and Techniques in High Energy Physics III*, T. Ferbel (éd.), New York, Plenum Press, 1985, p. 281.
13. Voir, par exemple: KAZAKOV, D. «Beyond the Standard Model», 1989, CERN-JIRN School of Physics, Egmond-aan-Zee, Pays-Bas, 25 juin au 8 juillet 1989, CERN 91-07.



Pierre Coulombe
Président et directeur général du CRIQ

TÊTE DE FILE

Pierre Coulombe allie la passion de la recherche à l'expérience de la gestion. Il dirige une équipe de 450 spécialistes impatients de s'attaquer aux défis que leur lancent les entreprises manufacturières.

Fort de la compétence de ses équipes, le Centre de recherche industrielle du Québec relève les défis de la recherche et du développement, de l'information industrielle et technologique, du transfert de technologie et de la normalisation industrielle.

Le CRIQ agit comme partenaire par excellence des industriels décidés à répondre à la concurrence par le développement technologique.

Pour rejoindre un conseiller:
(418) 659-1550
(514) 383-1550

La passion des défis CRIQ

L'Université Concordia, un Centre d'excellence en recherche

Centres de recherche

Centre de recherche en histoire
Centre d'études en radio-télévision
Centre d'études sur le batiment (CEB)
Laboratoire des structures et matériaux composites
Centre d'études en régulation industrielle
Centre de recherche en développement humain
Centre de recherche des matériaux inorganiques
Centre d'études sur les petites entreprises et l'entreprenariat
Centre d'études en neurobiologie comportementale (CENC)
Centre interuniversitaire en calcul mathématique algébriques
Centre de recherche sur la conception de véhicules assistés par ordinateur (CONCAVE)
Centre d'études en reconnaissance des formes et de l'intelligence artificielle (CENERFIA)
Centre de recherche en traitement des signaux et en communication (CENSIPCOM)
Centre d'études en gestion des transports de Concordia
Centre de photolyse éclair au laser

Centres de recherche interuniversitaire

Centre interuniversitaire d'étude des religions (avec l'UQAM)

Groupe de recherche interuniversitaire en architecture des ordinateurs de haute performance et VLSI

Centre de recherche en calcul appliqué (CERCA)

Centres de recherche affiliés

Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM)

Société d'informatique et de recherche pour l'industrie de la construction (SIRICON)

UNIVERSITÉ Concordia

ON VOUS PRÉPARE POUR LE MONDE

MONTRÉAL, VILLE DE CULTURE... SCIENTIFIQUE?

PAR JACQUES KEABLE

De l'argent lourd pour la culture scientifique à Montréal? Y'en a! Y'en a même pas mal! Calculez, une petite minute:

• La splendeur qu'est, à tous égards, le CCA (Centre canadien d'architecture), ouvert en 1989: 50 millions de dollars, provenant essentiellement du secteur privé.

• La splendeur, à tous égards, que le Biodôme nous promet d'être, dès juin: 50 millions.

• L'unique Pointe-à-Callière, centre d'archéologie et d'histoire de Montréal, en mai: 28 millions.

• La Biosphère, centre d'interprétation du Saint-Laurent et de l'eau, à l'île Sainte-Hélène, en 1994 au plus tard: 17 millions.

• Ajoutez: la rénovation du Planétarium, il y a trois ans; celle, toute fraîche, du musée McCord (histoire et ethnographie); les aménagements spectaculaires des jardins japonais (1988), chinois (1991), l'Insectarium (1990)...

• Rajoutez le Jardin botanique lui-même et sa fringale de développement, depuis quelques années... sans oublier le vieux musée Redpath (1882) de McGill.

• Enfin, peut-être, éventuellement... un Musée des sciences et des techniques, rêvé depuis...1976, une affaire de plus de 150 millions.

Et pourtant! Madame Claude Benoit, jeune vétéran insatiable de l'activité muséologique au Québec, à Montréal notamment, et actuellement au coeur et à la tête du projet du Musée des sciences, parrainé par Communications Canada, ne peut s'empêcher de diagnostiquer des failles. À commencer, bien sûr, par l'inexistence d'un musée des sciences à Montréal, l'une des trois seules villes de trois millions d'habitants ou plus, en Amérique du Nord, à ne pas disposer d'un pareil équipement.

«Créer une institution, dit Claude Benoit, c'est une façon de dire notre identité. Les sciences naturelles sont bien diffusées, à Montréal.» Parce que bien enracinées dans notre histoire, pourrait-on ajouter, en rappelant le rôle déterminant du frère Marie-Victorin, son incontournable *Flore laurentienne*, son Jardin botanique, les Clubs 4-H et les Cercles des jeunes naturalistes, qui en sont les fruits. En rappelant aussi, par exemple, René Pomerleau, à l'origine de la mycologie au Québec. «Il faut maintenant, poursuit Claude Benoit, établir un équilibre entre les sciences de la terre et de la vie, d'une part, et les sciences fondamentales, d'autre part. Le pas qui doit maintenant être fait, après le Biodôme et le Musée de la civilisation de Québec, c'est un musée qui va permettre de nous dire, en matière de science et de technologie.»

Pour l'instant, au double niveau scientifique et patrimonial, le portrait de la situation que trace Claude Benoit est encore bien insatisfaisant: Bell, par exemple, a discrètement déménagé, de Montréal à Bradford, sa collection sur l'histoire de la téléphonie. Ce qui n'a pas fait grand bruit! La collection Préfontaine (sciences naturelles et minéralogie) de l'Université de Montréal et le musée Rutherford (physique quantique) de McGill, ne sont pas accessibles au grand public. Des collections de différente nature sont dispersées, peu accessibles, et auraient besoin d'être modernisées. Le Musée de l'électricité, à Longueuil, est fermé...«Enfin, dit Claude

1. LA POINTE-À-CALLIÈRE

Ouverture le 17 mai. Au coeur du Vieux-Montréal. Archéologie et histoire de Montréal. Le maire Doré, en mai 1990: «Il était temps que l'une des villes les plus anciennes d'Amérique voie son histoire célébrée sur le lieu même de sa fondation.» Il précise, fier: «On trouve à la tête du chantier une équipe de femmes, ce qui est assez inusité; une équipe dont la compétence et le dynamisme sont amplement reconnus. Je souhaite que cela donne des idées à d'autres.»

Le projet: dans la foulée de fouilles archéologiques fructueuses menées à la Pointe-à-Callière, faire voir la «crypte», le premier emplacement de Montréal, un poste et un cimetière amérindiens. Fournir une interprétation historique, dans l'ex-édifice de la Douane, et aménager, sur l'éperon de la Pointe-à-Callière, un nouvel édifice comprenant une salle multimédia, un restaurant, une aire de repos. Les bâtiments sont reliés les uns aux autres par un passage souterrain. Direction du projet: Francine Lelièvre.



Pointe-à-Callière, Musée d'archéologie et d'histoire

Benoit, on ne met pas en valeur le bâti de Montréal du point de vue scientifique et technique: les écluses du canal Lachine, les usines (textile, sucre, minoterie, métaux, etc.) le long du canal, le port, le métro même. Et on ne connaît ni nos chercheurs de pointe, ni ce qu'ils font!»

DE L'ARGENT, MAIS...

Peut-être bien, à cet égard, pourrait-on en vouloir aux scientifiques eux-mêmes, sinon aux organismes qui les encadrent ou qui se donnent une vocation éducative.

Un exemple: il y a de l'argent à la traîne, à Montréal, pour soutenir la culture scientifique, mais personne pour le ramasser! «Au cours des trois dernières années, sur quelque 250 demandes "culturelles", un grand total de deux (oui, 2) touchaient la culture scientifique. Un demi de 1 p. cent du total!» C'est Martin Thivierge qui le dit, et il est bien placé pour le savoir, en tant que responsable du secteur Patrimoine, science et technologie de la CIDEC (Commission d'initiative et de développement culturels) de la Ville de Montréal. Et pourquoi donc en est-il ainsi? «Manque d'information peut-être, concède avec grâce Monsieur Thivierge. Mais aussi, manque d'intérêt des milieux scientifiques. Ils sont peu curieux des moyens à portée de main mis à leur disposition pour rejoindre la population.» En l'occurrence, à la CIDEC, il s'agit d'un soutien financier à la diffusion, à l'exportation, à l'organisation de salons, etc. Plus que l'art, la science peut se développer loin du public. Et, d'une certaine façon, sans lui. Le laboratoire n'est pas une scène, ni une galerie. Il ne faudrait pas en conclure, bien au contraire, que c'est la société qui est peu intéressée à la science qui se fait.

L'intérêt populaire pour la science, à Montréal, est pourtant très éveillé. Il se manifeste tout particulièrement sur la base, large et peu discriminatoire, du «loisir scientifique». Plus «loisir» que «scientifique», notent quelques esprits malins. Quand même, la réalité n'en est pas moins impressionnante et assez singulière: le Conseil des loisirs scientifiques de la région de Montréal (Montérégie, Lanaudière, Laurentides, Laval) dénombre, dans son seul territoire, plus de 250 organismes de loisirs scientifiques, répartis en 21 catégories, allant de l'ornithologie à la spéléologie en passant pas l'astronomie, la minéralogie, l'informatique, etc.

Signe de vitalité: le Conseil, dit sa directrice, Marie-Hélène Deneault, est financièrement auto-suffisant à plus de 90 p. cent! Budget annuel: 215 000 $ auxquels il faut, dit-elle, ajouter 100 000 $ en biens et services. Subvention annuelle du MLCP (ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche): 20 000 $. Ses revenus, pour l'essentiel, lui viennent des frais, modestes, qu'il impose pour ses multiples animations, dans le cadre des activités du célébrissime Club des petits débrouillards, puis de quelques commanditaires. Astucieux, le Conseil a fait une place, à bord de son conseil d'administration, à Bell Canada.

Autres signes de l'intérêt populaire: deux millions de visiteurs annuellement au Jardin botanique; le succès grand public incontestable de l'exposition scientifique estivale Expotec; le succès grandissant du Festival international du film scientifique; les succès plus que spectaculaires des Expo-sciences régionales, pan-québécoises, pan-canadiennes et maintenant internationales depuis 1987 à Québec, puis à Brest en 1989, à Prague en 1991 et, en 1993, au Texas, USA. Deux retombées sympathiques sur Montréal: l'implantation, en 1987, du MILSET (Mouvement international du loisir scientifique et technique), qui rassemble une quarantaine de pays, puis, en 1991, de la Fédération internationale des petits débrouillards! En passant, le prof. Scientifix, qui parle maintenant cinq langues, est effectivement devenu une star internationale!

ABATTRE LES TOURS D'IVOIRE DU SAVOIR

La liste des initiatives de toutes sortes est longue. N'empêche que cet extraordinaire bouillonnement qui saute aux yeux dès qu'on jette un oeil dans la marmite de la culture scientifique, n'en dissimule pas moins une lacune fondamentale: l'absence de communications systématiques, digestibles et de haut niveau, entre la Science avec un grand S et tous ces gens qui, avec bonne volonté et intérêt, voudraient bien finir par savoir et comprendre! Caricaturons un peu: les diverses tours d'ivoire n'ont de fenêtres qu'aux étages supérieurs, elles ne sont pas reliées entre elles et leurs portes n'ouvrent pas sur le plancher des vaches! Le chrétien moyen qui, même en état

2. LA BIOSPHÈRE

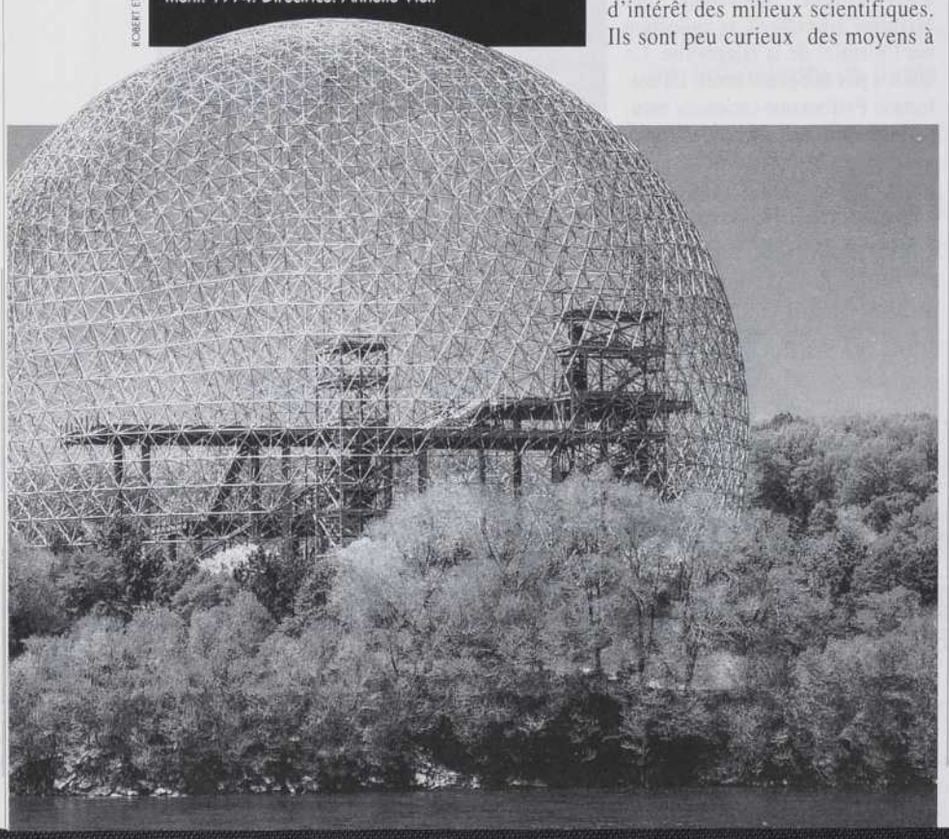
Comme on ne voulait surtout pas perdre la boule, même incendiée, de l'île Sainte-Hélène, les projets se sont multipliés pour «faire quelque chose» de l'extraordinaire dôme géodésique, conçu par le célèbre Buckminster Fuller, pour représenter les États-Unis à l'Expo 67.

Une entente est finalement intervenue entre Montréal et Ottawa. Durée: 25 ans. Projet: un centre d'interprétation de l'eau et du Saint-Laurent.

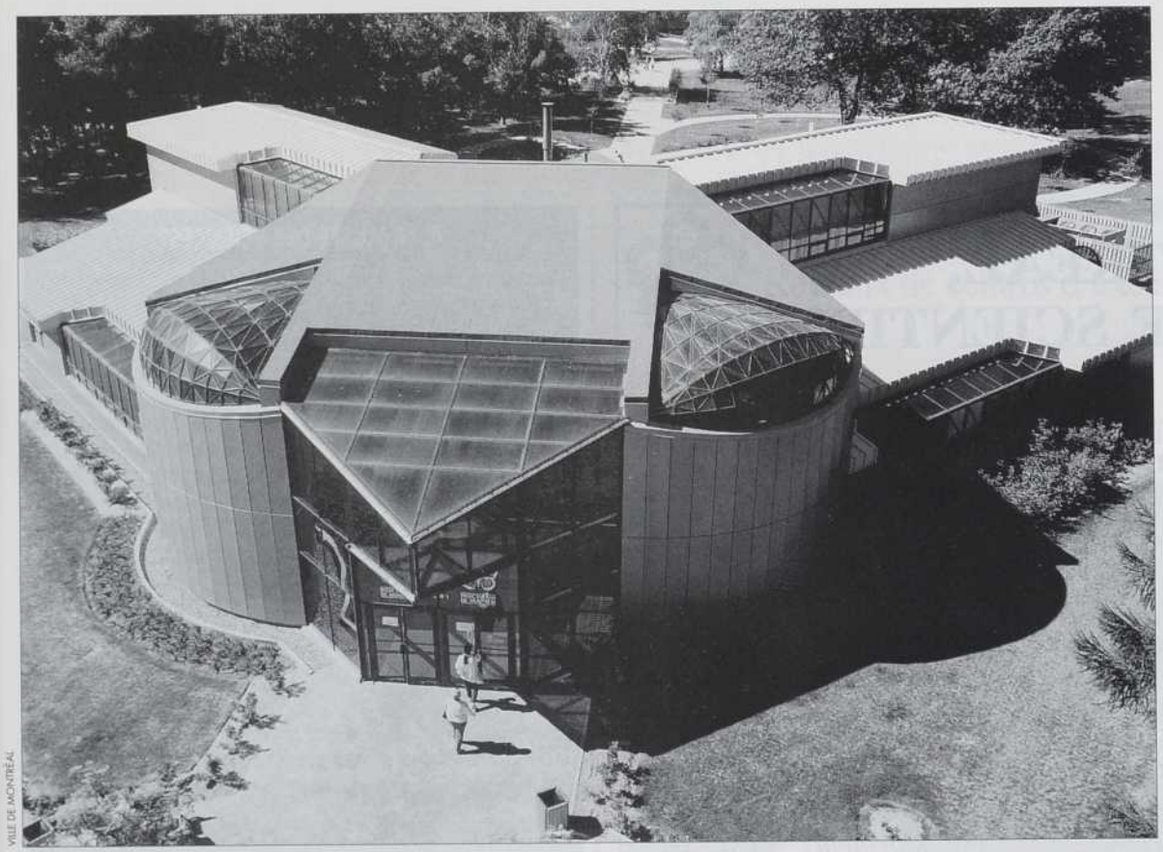
Objectif: traiter de ces deux thèmes «dans le respect de la pensée de Buckminster Fuller», dit Martin Thivierge, de la CIDEC.

Une certitude: c'est à l'intérieur du dôme, dont les panneaux d'acrylique ont été incendiés, que sera construit le centre d'interprétation. Sa définition exacte fait présentement l'objet de la réflexion de cinq consortiums mandatés à cet effet.

Date (très optimiste) d'ouverture: 1993. Plus probablement: 1994. Directrice: Annette Viel.



ROBERT ETCHEVERRY



VILLE DE MONTRÉAL

L'Insectarium de Montréal

de grâce, en foule le sol, n'entend le plus souvent que l'écho lointain d'un sabir jargonneux qui ne lui donne finalement qu'une envie: ouvrir son transistor!

«Il y a un mur entre ce que font les chercheurs et la capacité des autres à absorber le savoir. Et quand je dis "les autres", je m'inclus dans le groupe», dit Roland Doré, directeur de l'Agence spatiale, qui s'explique ainsi: «À l'intérieur de chacune des disciplines scientifiques, le savoir s'échange dans un langage spécifique et nécessaire. Un peu, pourrait-on dire, comme la sténo. Il faut en connaître les codes. La conséquence de cela, c'est que ce langage est inaccessible non seulement au grand public, mais bien souvent aussi aux scientifiques des autres disciplines. Nous sommes donc tous des ignorants scientifiques et technologiques! Très rares sont les érudits. Le résultat, c'est que bien des gens, sur toutes sortes de sujets à caractère scientifique — l'effet de serre, la couche d'ozone ou les impacts des grands barrages — parlent à 90 p. cent à travers leur chapeau!»

Déjà en 1984, dans ces pages mêmes, M. Doré exprimait ce danger de l'hermétisme. «Les choses, depuis, n'ont pas beaucoup changé», constate-t-il huit ans plus tard. Parce que les scientifiques ne sentent pas le besoin de diffuser leur savoir: «Cela ne leur est pas nécessaire pour être reconnus par leurs pairs, ni pour obtenir des fonds de recherche.»

En l'absence d'efforts soutenus pour la diffusion populaire du savoir détenu par des «happy few», les développements de la science et de la technologie plongent et maintiennent la majorité de la population dans l'inculture non seulement scientifique, mais aussi dans l'inculture tout court, donc dans la magie et l'impuissance. Et en bout de ligne, c'est la démocratie elle-même qui en est menacée.

«La science et la technologie se sont insinuées dans la moindre de nos activités. Elles ont révolutionné la vie, mis en place des bouleversements tout à fait radicaux. Et rien n'existe qui puisse me convaincre que le processus en cours puisse être inversé», dit le sociologue Bernard Scheile, de l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

Dans de telles conditions, selon lui, «il est indispensable, aujourd'hui, pour être "l'honnête homme" du XVII[e] siècle, pour être au fait des débats majeurs de société, pour ne pas être une espèce d'ectoplasme, d'avoir une culture scientifique. Il y a fort peu de débats qui ne font pas intervenir la science qui, dans ses développements, touche tous les aspects de la vie: éthiques, moraux, sociaux, économiques, urbains...»

Logique incontestable: pour que le «citoyen», par opposition au «consommateur», vive et existe, et conséquemment pour que la démocratie ne soit pas un mot creux, la culture scientifique est primordiale. «Comment voulez-vous, interroge M. Scheile, que les gens

3. LE BIODÔME

Définition: «Le premier jardin-musée consacré à la planète Terre.»

Pierre Bourque, son concepteur, explique: «Comment rendre à la Terre un plus bel hommage qu'en reproduisant ses pierres, ses falaises, ses grottes, ses étangs et ses mers, puis sa flore et sa faune: c'est le défi unique du Biodôme.»

Contenu: les écosystèmes des Amériques (la forêt tropicale pluvieuse, la forêt laurentienne, le Saint-Laurent marin) et les pôles, le monde polaire (Arctique et Antarctique).

Objectifs: émerveiller et faire comprendre. Fournir un lieu éducatif aux jeunes. Diffuser la connaissance: écolothèque, bibliothèque, médiathèque. Établir des liens avec la recherche: le Service de la recherche scientifique sera dirigé par le D[r] Daniel Gagnon, à la fois de l'UQAM et du Biodôme.

Retombées économiques prévues: 50 millions de dollars annuellement. Emplois directs: de 150 à 200 emplois «essentiellement de haut niveau». Coûts d'exploitation: de 10 à 11 millions, autofinancés à 80 p. cent, la Ville assumant la différence.

Pierre Bourque a-t-il perdu son âme, dans le feu de l'action propre à pareil grand projet? Au reporter soucieux de l'économie du temps et qui entre dans son bureau, Pierre Bourque dit d'abord: «Regardez! Une orchidée!» La plante trône sur sa table, avant de partir vers une exposition. Il s'émerveille encore...

MONTRÉAL, VILLE SCIENTIFIQUE

Une table ronde organisée par l'Acfas:

Le vendredi, 15 mai 1992, à 15 h 30
Auditorium de la
Maison de la culture Côte-des-Neiges
5290, chemin de la Côte-des-Neiges
Montréal

La situation des sciences et des technologies est-elle devenue si déplorable à Montréal que l'on puisse parler de sous-développement? Ou, au contraire, Montréal excelle-t-elle dans plusieurs domaines scientifiques au point de se comparer avantageusement aux autres grandes villes des pays industrialisés?

Présidence:

- ***Louis Berlinguet***
  Président
  Conseil de la science et de la technologie

Avec:

- ***Marcel Côté***
  Associé
  Sécor (recherche industrielle)
- ***Monique Lefebvre***
  Présidente-directrice générale
  Centre de recherche informatique de Montréal-CRIM (recherche universitaire)
- ***Claire McNicoll***
  Vice-rectrice, Affaires publiques
  Université de Montréal
  (culture scientifique)

Acfas

4. LE MUSÉE DES SCIENCES?

Au moment où vous lisez ces lignes, peut-être a-t-on déjà bu le champagne de la victoire...Ou peut-être que non!

Le rêve date de 1976: le ministre Jean-Paul L'Allier évoque alors cette idée. 1979: le rapport de feu Fernand Seguin. 1983: Gilbert Paquette, ministre d'un défunt ministère, celui de la Science et de la Technologie, annonce la création de la «Maison des sciences», à Montréal. Unanimité de la Chambre. L'ex-ministre se souvient de la mort du projet, en 1986: «Les libéraux, après avoir considéré le projet comme un investissement, le classèrent dans les dépenses, après leur prise du pouvoir.» Exit la Maison des sciences... 1989: le secteur privé projette, en vain, un «Carrefour des sciences, des technologies et de l'industrie de Montréal».

L'actuel projet, parrainé par Communications Canada, devrait débuter en 1992 et ouvrir ses portes en 1997. Lieu: la jetée King Edward, dans le Vieux-Port. Coût: 153 millions de dollars, en deux étapes. Espace: environ 23 000 mètres carrés.

Public cible: les jeunes, à l'adolescence. «C'est l'avenir. Leurs cerveaux sont en pleine ébullition. Ceci dit, ajoute Claude Benoit, directrice du projet, sans en écarter les enfants et les gens plus âgés.» (Merci!)

Les expos: toutes temporaires, d'une durée de six à douze mois. Puis, itinérance à travers le Québec.

Thème du Musée: le changement.

Prévus: quatre studios d'expositions, plus un studio consacré aux actualités scientifiques et technologiques. Espaces prévus pour des colloques, mini-congrès, le tout ouvert sur l'extérieur, également lieu d'exposition et d'expérimentation.

Les grands axes: la vie, l'espace, le temps, l'énergie, les ressources. Les thèmes: la santé, le transport, les communications, la technologie quotidienne, l'énergie et les ressources.

Constatation: l'unanimité à peu près totale du milieu scientifique autour du projet d'un Musée des sciences.

Pourquoi alors un tel retard? Tout semble question d'opportunités politiques... Eh! oui!

puissent se prononcer sur des questions essentielles — la transplantation d'organes, par exemple — s'ils n'ont aucune idée de base, aucune connaissance minimale, s'ils n'en saisissent pas les enjeux?»

Ce qui nous ramène, entre autres, aux principaux médias, à commencer par la télévision. Cinglant, M. Scheile constate qu'aux heures de grande écoute, on se contente de diffuser des ...«Juste pour rire»! Et cela, pourtant, alors même qu'au-delà des nations, les États vacillent sous les coups de boutoir d'une mondialisation fondée très largement sur le développement des sciences et de la technologie. Celles-ci, de plus en plus, encadrent le «village global» dont on peut craindre, dans la plus sombre mais non invraisemblable des hypothèses, qu'il ait tendance à glisser plus ou moins lentement sous la coupe d'une technocratie dominatrice et mystifiante. L'envers de la démocratie.

Passage obligé du savoir: l'école. «Les grandes institutions, les appareils, ne peuvent pas faire ce que l'école ne fait pas.

On apprend rarement plus que ce qu'on a appris à l'école, dont le rôle est déterminant», dit Bernard Scheile. L'évolution et la complexification des sciences exigent une capacité d'abstraction élevée, comparativement à ce qui se passait dans les sociétés anciennes où l'observation et la comparaison suffisaient pour appréhender le savoir. Comment ne pas reconnaître, en effet, qu'entre le monde de la fonte des métaux et le monde quantique, la marche est plutôt haute...

Si la science et la technologie nous rejoignent dans notre quotidien le plus banal et laissent la majorité plongée dans le mystère et la magie devant le télécopieur, le four à micro-ondes, l'ordinateur, pour ne pas dire le téléviseur, le téléphone et l'électricité, elles en viennent aussi à imposer, symbole impressionnant, leur présence fulgurante au coeur même de la culture dite «artistique» la plus ancienne, montrant bien, par là, que l'opposition Arts/Science se dissout et que la culture est une, que son partage ne saurait désormais être que théorique.

Montréal, mars 1992. Longiligne, précise comme une lame et toute de blanc vêtue , la danseuse allemande Ilka Doubek apparaît dans la lumière du plateau de l'Agora de la danse. Son art est ancien, donc rassurant, mais, dans les instants qui viennent, il sera propulsé à la pointe de la technologie moderne. Son équipe est du genre «hi-tech»: responsable de la programmation de l'ordinateur...des effets d'optique...On est à mille lieues des tutus et même de Béjart. On est plongé dans un émerveillement tout à la fois naïf et frustrant: les critères classiques s'effritent, on est comme en déséquilibre. Faute de familiarité avec les «trucs du gars des vues», on en est quasi réduit à l'argument d'Autorité, à la Foi en l'artiste et en sa réputation. Foi du charbonnier! La capacité d'analyse s'écroule par pans.

Et c'est ainsi que, désormais, même pour apprécier la danse, il nous faudra maîtriser quelques notions d'optique et d'informatique! Comme pour débattre avec un minimum d'intelligence du projet Grande-Baleine, de l'effet de serre, de Tchernobyl, de la couche d'ozone, il nous faudra quelques notions scientifiques de base. Sous peine d'accepter de nous livrer, pieds et poings liés , aux jeux d'intérêts des technocrates omnipuissants! De la même façon, à l'inverse, il faudrait sans doute que les chercheurs pointus et durs se plient à l'apprentissage de quelques éléments primaires d'histoire et de sociologie, nous évitant ainsi le risque, par exemple, de sacrifier un précieux Hôtel-Dieu sur l'autel d'une technologie de pointe en perte du sens.

Ce qui nous ramène au début de cet article, aux investissements dans la culture scientifique. L'éventuel Musée des sciences de Montréal, par exemple, sera-t-il à la hauteur des attentes qu'on fonde sur lui, en matière de diffusion de la culture scientifique? «C'est une question de choix de société», répond Bernard Scheile, énigmatique et perplexe face aux investissements lourds faits récemment dans les musées...«La question est de savoir, pour parler comme GM aux États-Unis, si ce qui est bon pour le musée est nécessairement bon pour la culture scientifique...» Sourire.

Reste à voir, si jamais ce musée, tant rêvé, sort enfin de terre... ■

Réseaux de centres d'excellence

Ensemble pour innover



Les 15 Réseaux de centres d'excellence relient d'excellents chercheurs de partout au pays qui effectuent des travaux de recherche concertée et orientée dans des domaines d'importance économique stratégique pour le Canada. Chaque réseau fournit aux jeunes chercheurs canadiens un milieu de formation stimulant, et crée des partenariats avec l'industrie en vue d'accélérer le transfert de connaissances et de technologie au secteur privé.

Cet effort national de R et D vise à accroître la compétitivité du Canada sur le marché mondial.

Renseignements :
Programme de réseaux de centres d'excellence
200, rue Kent
Ottawa, Canada K1A 1H5
Téléphone : (613) 995-6010
Télécopieur : (613) 992-7356

Canada

UQAM
L'université actuelle

Les programmes d'études avancées

Vous complétez un programme d'études de premier cycle et vous aurez bientôt à prendre des décisions importantes concernant la poursuite de vos études.

L'UQAM vous offre plus de 50 programmes d'études avancées dont plusieurs sont uniques au Québec. Le nombre croissant et le succès des diplômés sont les meilleurs gages de qualité de ces programmes.

Inscrivez-vous dès maintenant à l'UQAM pour la session d'automne 1992 !

Arts

- Art dramatique (M.A.)
- Arts plastiques (M.A.)
- Danse (M.A.)*
- Études des arts (M.A.)
- Muséologie (M.A. conjointement avec l'Université de Montréal)

Éducation

- Éducation (Ph.D. en association avec l'UQTR, l'UQAC, l'UQAR et l'UQAH; M.A. et M.Ed.)
- Enseignement au primaire (M.Ed.)
- Intégration de la recherche à la pratique éducative (Diplôme)

Lettres et communication

- Communication (Ph.D. conjointement avec l'Université de Montréal et l'Université Concordia; M.A.)
- Linguistique (Ph.D. et M.A.)
- Sémiologie (Ph.D.)
- Études littéraires (M.A.)

Sciences

- Biologie (M.Sc.)
- Chimie (M.Sc.)
- Kinanthropologie (M.Sc.)
- Mathématiques (Ph.D. et M.Sc.)
- Météorologie (Diplôme)
- Informatique de gestion (M.Sc.A.)
- Intervention ergonomique en santé et sécurité au travail (Diplôme)*
- Ressources minérales (Ph.D. conjointement avec l'UQAC)
- Sciences de la terre (M.Sc.)
- Sciences de l'atmosphère (Ph.D. extentionné de l'Université McGill; M.Sc.)
- Sciences de l'environnement (Ph.D. et M.Sc.)

Sciences humaines

- Droit social et du travail (LL.M.)
- Études américaines contemporaines (Diplôme)
- Études interdisciplinaires sur la mort (Diplôme)
- Études urbaines (Ph.D. conjointement avec l'INRS)
- Géographie (M.Sc.)
- Systèmes d'information géographique (Diplôme)*
- Histoire (Ph.D. et M.A.)
- Intervention sociale (M.A.)
- Philosophie (Ph.D. conjointement avec l'UQTR; M.A.)
- Psychologie (Ph.D. et D.Ps.)
- Science politique (Ph.D. et M.A.)
- Sciences des religions (Ph.D. conjointement avec l'Université Concordia; M.A.)
- Sexologie (M.A.)
- Sociologie (Ph.D. et M.A.)

Sciences de la gestion

- Administration (Ph.D. conjointement avec les HEC, l'Université McGill et l'Université Concordia)
- Administration des affaires (M.B.A. - cadre et M.B.A. - recherche)
- Analyse et gestion urbaine (M.A. conjointement avec l'INRS et l'ÉNAP)
- Économique (M.Sc.)
- Gestion de projet (M.Sc. conjointement avec l'UQTR, l'UQAC, l'UQAH, l'UQAR et l'UQAT)
- Sciences comptables (M.Sc.)

Toute information sur un programme qui vous intéresse peut être obtenue auprès de la direction de ce programme.

* Nouveau programme

Université du Québec à Montréal

L'HABITATION À MONTRÉAL:

FEU SUR LES IDÉES REÇUES

Les Montréalais Québécois francophones, contrairement à l'idée trop souvent reprise par les sociologues, les historiens et les spécialistes en urbanisme, ne sont pas plus locataires que les autres ethnies à Montréal. Que Montréal soit une ville de locataires, c'est un fait. Mais que les Canadiens français y aient eu moins accès à la propriété foncière que les autres ethnies, non.

Il a fallu plusieurs années à Marc Choko, chercheur à l'INRS-Urbanisation et à Richard Harris, de l'Université McMaster, avec l'appui financier du Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH), pour démonter, chiffres à l'appui, le préjugé selon lequel les Montréalais francophones, «latins imprévoyants et impécunieux», ne possédaient pas leur quote-part d'habitations dans leur métropole. L'étude Choko-Harris porte sur la comparaison entre unités résidentielles et modes d'occupation à Montréal et à Toronto entre 1921 et 1951, époque où les deux villes se différenciaient le plus.



Développement de duplex semi-détachés dans les années 50, dans le nord de Montréal.

L'étude montre qu'à Montréal, le pourcentage de propriétaires occupants est le même, voire supérieur, pour les Canadiens français que pour l'ensemble des Montréalais, soit de 17 à 20 p. cent de la population. En fait, le seul groupe ethnique où la proportion de propriétaires occupants se démarque de la moyenne générale est celui des Européens du Sud (Italiens surtout, puis Grecs et Portugais). Ces derniers sont 40 p. cent en 1951 à posséder la maison unifamiliale ou le «plex» qu'ils habitent, reproduisant sans doute des habitudes propres à leurs pays d'origine.

La principale différence entre Montréal et Toronto pour la période considérée réside dans le type de logements habités. Les logements torontois sont à plus de 80 p. cent des habitations unifamiliales et presque jamais des «plex» (1,2 p. cent), alors que ce dernier type domine largement à Montréal (entre 76 et 86 p. cent des logements). Marc Choko commente ainsi cette différence majeure: «La région métropolitaine de Toronto s'est étalée beaucoup plus rapidement que Montréal, par le biais de municipalités autonomes. Des gens à faibles revenus ont ainsi pu acheter à coût modique des terrains loin du centre-ville, donc de leur travail, et construire des logis modestes à cause des règlements moins exigeants de ces municipalités.

«À Montréal, par contre, la ville grossit

PHOTOS : ARCHIVES VILLE DE MONTRÉAL

Le boulevard Saint-Joseph dans les années 30.



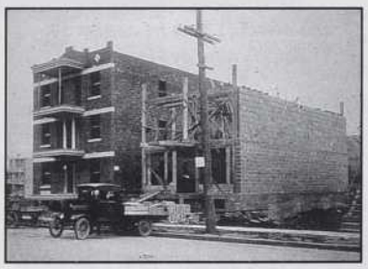
par annexion des municipalités environnantes, territoire auquel elle applique des règlements plus rigoureux. On y construit donc des maisons plus coûteuses. De plus, les spéculateurs fonciers se sont rendu compte qu'il existait deux manières de rentabiliser un terrain: le vendre cher pour du logement luxueux, ou y bâtir un plex, donc une construction en hauteur, qui devient payant à cause du plus grand nombre de sources de revenus qu'il comporte.» D'ailleurs, contrairement au mythe, la majorité des plex à Montréal étaient à caractère locatif, le propriétaire n'y résidant pas.

Ajoutons qu'une réglementation municipale plus stricte a empêché à Montréal la construction de domiciles unifamiliaux extrêmement modestes comme à Toronto. En effet, certains promoteurs étant très liés aux conseillers municipaux quand ils ne l'étaient pas eux-mêmes, leur influence sur les règlements de zonage a façonné le développement en plex de quartiers entiers comme Rosemont ou Villeray à mesure que le secteur industriel montait vers le nord, suivi de près par le tramway. L'étude de Marc Choko illustre la rentabilité de l'opération, du moins pour les propriétaires, par des données tirées des rôles d'évaluation de la ville. Entre 1921 et 1951, la valeur unitaire d'un logement dans un plex augmente de 24 p. cent tandis que celle d'une maison unifamiliale ne change pas et que les appartements (les grands «blocs») n'augmentent que de 1 p. cent.



RICHARD HARRIS

Maison en rangée d'un quartier central de Toronto



ARCHIVES VILLE DE MONTRÉAL

Construction d'un plex dans les années 20, dans le secteur Villeray à Montréal

Les Montréalais n'ont donc pas choisi d'être locataires de plex. L'offre leur a dicté sa loi, fondée sur la rentabilité du sol et appuyée par des règlements de zonage qui défavorisaient les autres possibilités. Marc Choko voit dans cette explication le contraire du modèle fonctionnaliste, où la demande impose un type de construction et de développement urbain aux promoteurs.

«Quand on raconte que les banlieusards ont choisi d'eux-mêmes de quitter les centre-villes et que, de là, ils ont fait pression pour qu'on leur construise des autoroutes et des ponts, on contredit ma façon de voir les choses. Ce sont les zones d'emploi et les infrastructures qui viennent d'abord, suivies par les stratégies d'implantation résidentielle.»

GUY PAQUIN



JOHN BOYD/ARCHIVES NATIONALES DU CANADA

Banlieue ouvrière de Toronto en 1916

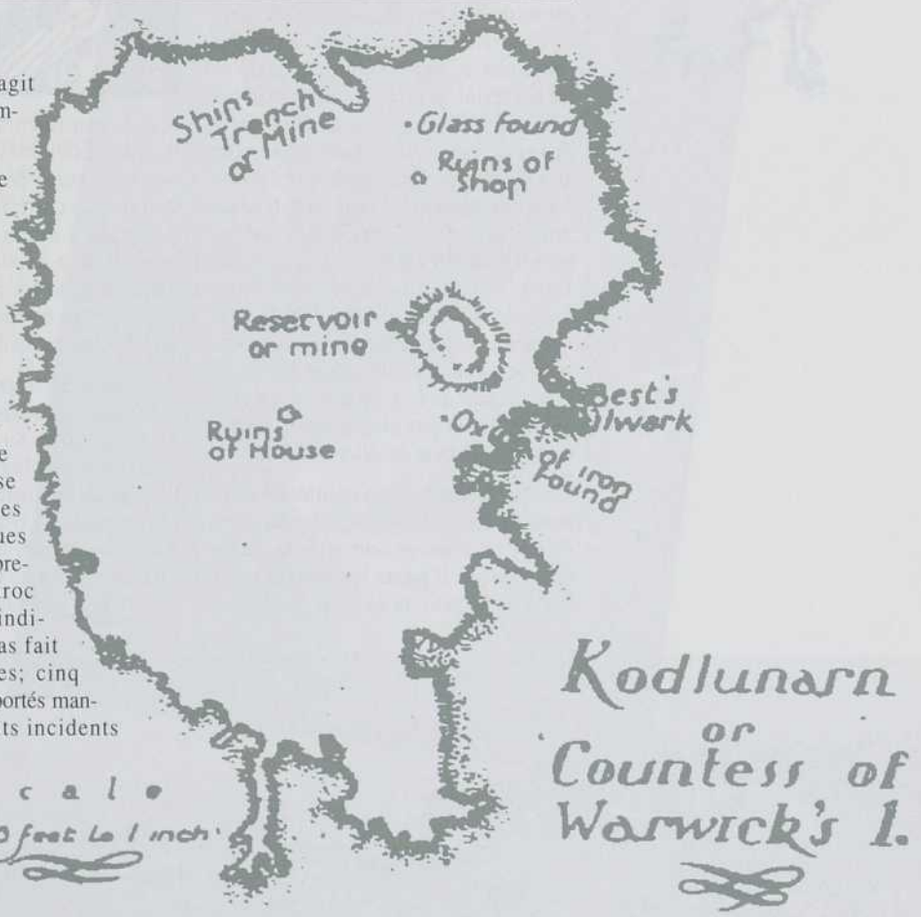
SIR FROBISHER,
CHERCHEUR D'OR

L'histoire se passe au XVI[e] siècle dans une île au nord du 60[e] parallèle, à la terre de Baffin: l'île de Kodlunarn, mot qui signifie «homme blanc» en inuktitut. Un navigateur anglais, Sir Martin Frobisher, y fait entre 1576 et 1578 trois voyages successifs avant de l'abandonner définitivement. Quatre siècles plus tard, des scientifiques de plusieurs pays reviennent sur ses traces à la recherche d'informations nouvelles sur les explorateurs de cette époque et sur leurs contacts avec les communautés inuit. Ces scientifiques font partie du projet international baptisé «Méta Incognita», projet auquel participent des chercheurs de l'Université Laval. Et déjà cette île, le plus ancien site archéologique anglais en Amérique du Nord, commence à livrer ses secrets...

«Les voyages de Sir Frobisher avaient pour premier objectif la recherche d'un passage traversant l'Arctique pour atteindre Cathay, c'est-à-dire la Chine. Lors du premier voyage en 1576, il crut avoir découvert un détroit lui permettant de s'y rendre, car les marées y sont de 10 mètres de haut», explique Réginald Auger, archéologue attaché au Centre d'études sur la langue, les arts et traditions populaires des francophones en Amérique du Nord (CELAT) de l'Université Laval. M. Auger fait partie du groupe de travail chargé d'étudier, pendant les étés 1990 et 1991, l'importance du site. «Sir Frobisher n'ira jamais plus loin, poursuit-il, mais s'il l'avait fait, il aurait découvert qu'il s'agissait en fait de ce que l'on appelle aujourd'hui la baie de Frobisher.»

Le voyage a été rude et l'explorateur décide de s'installer sur l'île pour quelque temps. Il y découvre des roches noires qu'il rapporte en Angleterre comme preuve de son séjour. Une fois arrivé, il réalise que ces pierres prennent la couleur de l'or lorsqu'elles sont jetées au feu puis arrosées de vinaigre. Après plusieurs expériences, les alchimistes affirment qu'il s'agit bien d'or. «Ils se trompaient.»

Un deuxième voyage est alors entrepris en 1577 afin de rapporter ce prétendu précieux minerai. Frobisher en rapporte de 150 à 200 tonnes. Il fait construire une fortification sur l'île de Kodlunarn pour se prémunir contre les éventuelles attaques des Inuit. Déjà au premier voyage, le troc entre Anglais et indigènes ne s'était pas fait sans escarmouches; cinq marins avaient été portés manquants et différents incidents avaient eu lieu. L'explorateur établit son campement sur cette île parce qu'on y trouve des veines de minerai noir, mais aussi parce qu'il s'agit d'un emplacement stratégique d'où il peut observer les déplacements d'éventuels envahisseurs.



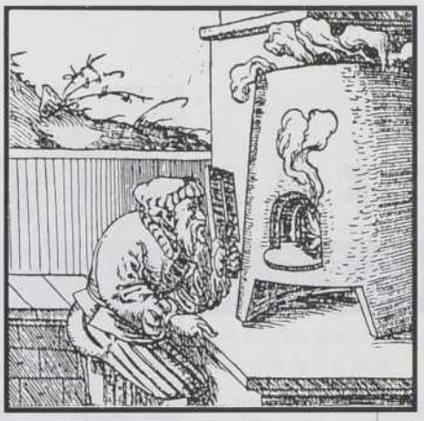
Une partie de la recherche sur les voyages de Frobisher porte sur l'influence des Anglais sur la vie du peuple inuit. Des preuves indiquent, en effet, que le souvenir des visiteurs anglais a survécu pendant au moins trois siècles dans la tradition orale des Inuit. «Nous avons découvert des rasades — petites perles de verre — dans les sites inuit avoisinants, indique Réginald Auger. Elles étaient employées dans les échanges entre indigènes et Européens, preuve de l'existence d'un troc entre les deux communautés.» Clochettes, couteaux et miroirs étaient également échangés. Les Inuit avaient eu la visite des Vikings vers le X[e] siècle de notre ère. Ils savaient donc que l'homme blanc apportait avec lui des objets de prestige capables de leur procurer certains pouvoirs dans leurs communautés. Les natifs du Grand Nord vinrent donc nombreux, espérant repartir avec l'un de ces objets exotiques.

Le troisième voyage, le plus audacieux, comprend 15 bateaux transportant 400 personnes, des maisons préfabriquées et tout ce qu'il faut pour établir une communauté sur l'île. Le trajet est difficile et trois bateaux coulent, dont celui transportant les maisons. Malgré cela, on établit différentes installations



pour l'exploration et l'exploitation minière. On construit un laboratoire d'essai de 5,5 m par 5,5 m pour permettre aux alchimistes de travailler à l'analyse du minerai noir. Réginald Auger a retrouvé sur les lieux des fragments de creusets, de coupelles, de céramiques réfractaires ainsi que des tuiles provenant de ce laboratoire. L'étude de ce matériel servira à découvrir les méthodes d'analyse utilisées à cette époque. Michel Blackburn, professeur au Département des sols de l'Université Laval et également collaborateur au projet, explique: «Nous savons quelles sont les matières premières qu'ils utilisaient, mais nous ignorons leurs méthodes en tant que telles. Or, la connaissance de ces méthodes nous permettrait de comprendre comment ils ont pu prendre pour du minerai d'or ce qui était probablement des plagioclases (roches communes à base de silice).»

L'île de Kodlunarn contient également les restes d'une forge. Le forgeron était le personnage central de la vie de cette époque. Il faisait les outils permettant l'extraction du minerai, les pièces



pour la construction ou la réparation des différentes structures des navires comme des maisons. Les vestiges de cette forge anglaise mesurant 8 m par 7 m sont uniques; il n'en existe pas d'autres datant de cette époque. De là toute son importance pour la compréhension de cette technologie ancienne.

La dernière structure retrouvée sur l'île est une maison de pierre de 4,2 m par 3,6 m. Sir Frobisher la fit construire au plus haut point de l'île. Selon Réginald Auger, il voulait connaître la réaction des Inuit après son départ. Il laissa donc à l'intérieur, pour les «tester», tout ce dont ces derniers raffolaient: clochettes, couteaux, miroirs, etc. Il accrocha également des illustrations de la vie en Angleterre pour leur montrer le bon exemple et leur donner envie de l'empire britannique!



Comme il devait revenir l'année suivante, Sir Frobisher décida de ne pas rapporter le matériel qu'il avait transporté avec lui. Il le fit donc enterrer dans le site de la première exploitation minière de Kodlunarn, qui fut plus tard surnommée «la tranchée à bateau» par l'explorateur américain Charles Francis Hall, venu sur l'île en 1861. Une grande quantité de fer cinglé servant au travail du forgeron a été retrouvée sur cet emplacement de 20 m de long, 13 m de large et 6 m de profondeur. On y a également déterré des restes d'activité maritime, ce qui, d'après Réginald Auger, prouve que cette tranchée fut utilisée en second lieu pour la réparation des navires qui en avaient bien besoin après un long voyage en mer. Les récits inuit rapportés par Charles Francis Hall confirment d'ailleurs cette hypothèse.



Les 12 bateaux revinrent à leur port d'attache à l'automne de 1578, rapportant de nouveau le précieux minerai. Mais entre-temps, les alchimistes anglais avaient refait leurs analyses et conclu que la pierre noire contenait peu ou pas d'or. Le rêve de l'Angleterre — devenir aussi riche que l'Espagne — venait de fondre. La Méta Incognita, nom qu'avait donné la reine Elizabeth I à cette terre inconnue, tomba elle aussi dans le creuset de l'oubli.

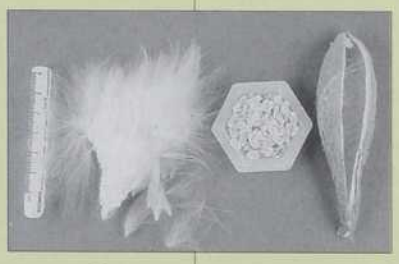
BENOIT-LUC SIMARD

L'ASCLÉPIADE: DU COTON QUÉBÉCOIS

L'asclépiade, cette plante qui prolifère allègrement dans nos champs et terrains vagues, pourrait bientôt perdre son statut de mauvaise herbe pour se hisser au rang de matière première de l'industrie textile. Belle ascension en perspective, qu'elle devra uniquement aux aigrettes (faisceaux de fibres) dont sont munies ses graines. En effet, ces aigrettes, que les enfants s'amusent à voir voler l'été, contiennent des fibres aux propriétés plus qu'intéressantes. Il s'agirait en quelque sorte de notre «coton québécois» et, qui sait, nous achèterons peut-être un jour des vêtements tissés d'asclépiade.

L'intérêt économique de cette plante n'est pas d'hier. Lors de la Deuxième Guerre mondiale, l'armée américaine avait de la difficulté à s'approvisionner en kapok, un matériel asiatique servant à remplir les gilets de sauvetage. Les fibres de l'asclépiade ont alors montré leur utilité. Par ailleurs, le frère Marie Victorin relate que les jeunes pousses d'asclépiade étaient vendues, telles des asperges sauvages, sur le marché montréalais au début du siècle. Le latex de la plante a aussi des propriétés médicinales.

Selon Diane Benoit, chercheuse à la Station de recherche d'Agriculture Canada à Saint-Jean-sur-Richelieu, une petite entreprise américaine du Nebraska cultive déjà 100 hectares d'asclépiade. De telles cultures restent donc cependant encore artisanales et la fibre naturelle sert essentiellement à remplir des édredons.



De son côté, cela fait déjà cinq ans que Diane Benoit s'intéresse à l'asclépiade. On sait maintenant comment favoriser sa germinaison et, selon la chercheuse, la culture intensive est prometteuse. Les rendements sont excellents, soit 475 kg de fibres par hectare. De plus, la plante pousse aussi bien sur des argiles que sur du sable. Son éventuelle culture pourrait alors se faire sur des terres aujourd'hui marginales. Quant à sa récolte, elle pourra être mécanisée, après quelques légères modifications de la machinerie agricole déjà en usage.

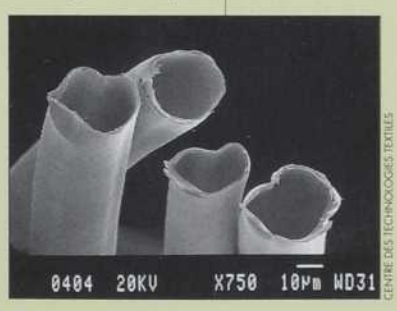
Il reste cependant à faire d'autres recherches agronomiques, en particulier pour augmenter, par manipulation génétique, la longueur moyenne des aigrettes. Selon Diane Benoit, les aigrettes mesurent en moyenne 44 mm, ce qui reste insuffisant pour la fabrication d'un fil tissable.

Comme bien d'autres fibres végétales, telles que le coton ou le bois, les aigrettes de l'asclépiade sont composées principalement de cellulose et d'une faible proportion de lignine (15 p. cent), un composé organique également présent dans le bois. Selon Gérard Lombard, professeur-chercheur au Centre des technologies textiles de Saint-Hyacinthe, la présence de lignine rend la fibre un peu plus cassante. La fibre devient lisse, c'est-à-dire sans frisure, ce qui la rend difficile à filer. Des travaux en cours visent donc à en modifier les propriétés chimiques et physiques, et déjà on a réussi à fabriquer en laboratoire un fil à partir des aigrettes.

Toutefois, l'avenir le plus prometteur à court terme pour l'asclépiade est dans les non-tissés. Actuellement, les usages possibles de la fibre brute restent dans le domaine du rembourrage. Les propriétés isolantes de l'asclépiade sont cependant très intéressantes. M. Lombard parle de la seule fibre naturelle creuse, à l'image des fibres synthétiques isolantes tel le fameux «polarguard», qui concurrence le duvet dans les sacs de couchage.

Gérard Lombard parle également de mélanger l'asclépiade au coton, afin de rendre le tissu plus confortable à porter. Dans la même orientation, le mariage de l'asclépiade et du lin a aussi été envisagé. Les composites d'asclépiade et de fibres synthétiques, tels la viscose et le polyester, font également partie des projets de recherche. Il faudra toutefois attendre 10 ans avant de pouvoir porter sur nous le fruit de ces travaux.

PIERRE DUBOIS



CENTRE DES TECHNOLOGIES TEXTILES



LA MOULE ZÉBRÉE:
LE RAT D'ÉGOUT DES BIVALVES



En 1986, la moule zébrée faisait son apparition dans les Grands Lacs. En 1991, on confirmait sa présence dans le fleuve, de Cornwall jusqu'au large de l'île d'Orléans. Parallèlement, plusieurs compagnies comme Elkem, à Valleyfield, et Expro, ainsi que quelques municipalités, comme Ville de Lasalle, se plaignaient de ce que la charmante bestiole colonisait si bien leurs prises d'eau qu'elle finissait par les obstruer. Alertés, les chercheurs du Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada ont commencé à surveiller de près les déprédations de ce foutu mollusque. Ce qu'ils ont appris n'a vraiment rien de réjouissant.

Selon Louise Lapierre, chef de la division Écotoxicologie et écosystèmes du Centre Saint-Laurent, les moules zébrées entassées dans les conduites d'eau arrivent à en réduire le débit de moitié. «Les études montrent que les moules adorent les eaux à débit relativement modéré (un courant de 0,5 à 0,8 m par seconde) et à température douce (de 20 à 25 °C). Elles se fixent sur les substrats durs et s'entassent volontiers les unes sur les autres. Toutes ces conditions se trouvent réunies dans les prises d'eau des municipalités et usines du Saint-Laurent.»

En plus d'obstruer les prises d'eau, le fameux mollusque y meurt. Bon débarras, direz-vous? Pas tant que ça! Les moules mortes dans les tuyaux dégagent une odeur putride qui donne à l'eau un goût répugnant. Leur mort n'aide en rien à leur élimination des conduites puisque même trépassées, elles se cramponnent fermement à leur congénères et aux tuyaux. En se décomposant, elles produisent de grandes quantités de sulfure d'hydrogène (H_2S), ce qui ne contribue pas vraiment à la qualité de l'eau...

Le persistant coquillage ne nuit pas qu'à l'humain. Son arrivée dans nos eaux crée un problème de concurrence aiguë pour les espèces aquatiques indigènes.

Tout d'abord, les moules zébrées s'installent volontiers sur les récifs, sites de fraie de plusieurs espèces de poissons. Leurs déjections, en se décomposant, consomment de l'oxygène et acidifient le milieu. On cherche à savoir si une telle situation anaérobique et acide peut nuire à la reproduction du doré jaune, du bar blanc, de l'achigan à petite bouche ou du grand corégone.

Ensuite, la moule zébrée est une véritable usine de filtration du phytoplancton, nourriture de base des communautés aquatiques. Des études polonaises et danoises montrent que *Dreissena polymorpha* pompe jusqu'aux deux tiers de la production primaire (phytoplancton) du littoral et un cinquième du phytoplancton d'un lac important comme le lac Érié, où elles sont bien installées.

En siphonnant ainsi diatomées et rotifères, les moules zébrées privent les autres filtreurs — larves de poissons et poissons juvéniles, crustacés microscopiques et moules locales — de leur nourriture. Les écrevisses pourraient voir leur nombre diminuer considérablement là où sévit l'aspirateur à plancton. Il va de soi que les prédateurs des espèces locales mentionnées plus haut souffriraient aussi. Quant aux moules indigènes, une étude a montré qu'elles n'arrivent pas à concurrencer l'espèce introduite. Dans le lac

Saint-Clair, qui forme une espèce de poche entre les lacs Huron et Érié, la densité de moules zébrées augmente tandis que les bivalves indigènes disparaissent rapidement.

Dans le monde animal, il se trouve tout de même quelques espèces pour manifester un enthousiasme certain pour ce mollusque.

En effet, canards plongeurs, morillons, garrots, macreuses, eiders et canards kakawis raffolent des moules zébrées. En fait, un des premiers impacts écologiques bien documentés de l'apparition de *Dreissena polymorpha*, fut la modification spectaculaire de la distribution de ces canards plongeurs au lac Érié. À la seule Pointe Pelée, le nombre moyen de morillons présents pendant l'automne a grimpé, entre 1987 et 1990, de 20 à 17 500 individus!



La petite peste n'a qu'à bien se tenir, penserons-nous. Sans doute, mais les canards aussi. Car comme un vampire, la moule zébrée, quand on la mord, transmet la mort, une mort lente. C'est que le Dracula des lacs accumule les pires polluants avec une avidité sans égale. On retrouve dans ses tissus des concentrations de polluants organiques à des teneurs 300 000 fois supérieures à celles mesurées dans l'environnement. Il a une affinité particulière pour le trichlorophényl (HCBP), qu'il concentre 100 fois plus que les poissons. Les canards qui mangent les moules zébrées le font donc à leurs risques et périls, car ce faisant, ils consomment l'organisme aquatique qui est, selon Louise Lapierre, «celui qui concentre le plus de produits toxiques, et ce, d'une manière jamais vue jusqu'ici».

Les moules zébrées, on l'a dit, ont quitté leur berceau nord-américain des Grands Lacs et descendent le fleuve. Elles ne perdent pas de temps à le faire et l'infestation est si fulgurante qu'on peut lire dans la documentation produite à leur sujet par le Centre Saint-Laurent, ce qui suit: «Aucun cas d'invasion par les moules zébrées en Europe ne semble avoir été aussi rapide et important que ce qui s'est produit en Amérique du Nord.»

Cette infestation va coûter cher. Si l'on ne compte que les pertes des pêcheries et l'encrassement des systèmes d'eau, c'est de 4 à 5 milliards de dollars que le Canada et les États-Unis devront verser au cours des dix prochaines années.

Le succès de la vermine à coquille lui vient en partie de ce qu'elle pond des oeufs munis d'un voile microscopique. Non seulement les larves flottent, mais en plus, elles naviguent en suivant courants et vents. C'est de cette manière qu'elles ont descendu le fleuve jusqu'en aval de l'île d'Orléans, où on les retrouve en bon nombre. Aucune larve de moule d'eau douce locale ne jouit de cet avantage adaptatif.

Pour ajouter à ses habiletés de pilote, la larve a aussi pour elle d'être surabondante. *Dreissena polymorpha*, comme les scientifiques l'appellent, est la plus féconde des moules d'eau douce et une femelle pond de 30 000 à 40 000 oeufs par année. Les moules zébrées vivent de 3 à 5 ans.

Mais, ce qui est peut-être encore plus enrageant que leur manière de coloniser le fleuve, c'est la façon dont on les a introduites. On est aujourd'hui à peu près certain que les moules zébrées sont arrivées dans les Grands Lacs en 1983 dans l'eau de ballast d'un navire en provenance d'Europe. Quand les cargos doivent traverser l'Atlantique à vide, ils se chargent d'eau pour assurer leur stabilité. Un tel navire est donc parti d'un port d'eau douce européen avec à son bord des larves de moules zébrées, qu'il a déballastées à son arrivée dans les Grands Lacs.

On pense aujourd'hui réglementer le déballastage des navires. On leur demanderait de déballaster en mer, à l'entrée du golfe, pour éviter d'introduire d'autres sales bêtes dans nos eaux. En attendant, les spécialistes ne sont pas rassurés. Louise Lapierre résume leurs craintes: «Et si la moule zébrée n'était que la pointe de l'iceberg? Si d'autres espèces introduites faisaient aussi la guerre aux espèces locales? C'est toute l'écologie du système laurentien qui serait en danger.»

Comble du malheur, des 50 produits et microbes qu'on a testés jusqu'ici comme parasites de la moule, aucun ne lui est fatal et, pis encore, elle semble raffoler de ces prétendus ennemis. Il n'y a que le chlore qui en vient à bout, mais imaginez le tollé si on suggérait de chlorer les prises d'eau douce des municipalités...

Reste un seul remède efficace: retirer les moules *manu militari*, soit en envoyant des plongeurs gratter les tuyaux encrassés, soit en retirant les tuyaux de l'eau pour faire le travail. Seule bonne nouvelle, la salinité de l'eau ne leur convient pas et on croit que, pour cette raison, on ne les verra pas en aval de l'île aux Coudres. C'est comme pour l'ail et les vampires. Mais hormis cette limite, pour l'instant, Dracula peut dormir tranquille.

GUY PAQUIN



MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DE L'ONTARIO

PRIX DE LA RECHERCHE EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL

Créé à l'occasion du dixième anniversaire de l'**IRSST**, le PRIX DE LA RECHERCHE EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL vise à :

- Reconnaître et souligner une importante contribution en recherche, dans le domaine de la santé et de la sécurité du travail
- Couronner l'ensemble d'une carrière ou souligner des percées significatives
- Attirer l'attention sur l'importance des connaissances scientifiques et de leur application en santé et en sécurité du travail
- Promouvoir l'avancement de la recherche en santé et en sécurité du travail au Québec

Un montant de 10 000 $ accompagné d'une œuvre d'art sont attribués annuellement

ADMISSIBILITÉ

- Toute personne qui dans son domaine de compétence scientifique a contribué de façon remarquable à l'avancement de la recherche en santé et en sécurité du travail.
- La personne candidate doit œuvrer ou avoir œuvré au Québec. Elle peut être rattachée au secteur universitaire, gouvernemental, privé, industriel, syndical ou à un organisme international.
- Le prix est décerné à des personnes et non à des institutions.
- Les membres du jury mandatés pour sélectionner le lauréat ne sont pas admissibles les années où ils exercent leur fonction de jurés.
- Le prix ne peut être décerné à plus d'une personne.
- Le prix ne peut être décerné à titre posthume.

PROPOSITION DE CANDIDATURE

Les propositions doivent être adressées, **avant le 15 août de chaque année**.

Toute personne intéressée peut proposer un candidat. Elle doit alors présenter un dossier au :
Président du jury de sélection
Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec
505, boulevard de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2

REMISE DU PRIX

Le prix est décerné au lauréat, à l'automne de chaque année.

Renseignements:
IRSST
Direction des communications
(514) 288-1551, poste 212

Vous avez jusqu'au 15 août pour présenter un candidat

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

LE CERVEAU MUSICIEN



JACQUES NADEAU / ORCHESTRE MÉTROPOLITAIN

«La musique n'est pas un jeu de l'esprit, mais une fonction bien spécifique et distincte au sein de l'architecture cérébrale.» Voilà ce qu'affirme Isabelle Peretz, neuropsychologue au Département de psychologie de l'Université de Montréal, en guise de présentation de son domaine de recherche.

Isabelle Peretz a réalisé ses premières observations les plus fascinantes auprès de personnes victimes d'atteintes cérébrales à la suite d'un accident vasculaire. Ainsi, elle raconte qu'une patiente, une dame identifiée par les initiales C.N., ne pouvait plus reconnaître des airs musicaux connus et n'arrivait plus à les chanter. Par contre, elle ne présentait pas le moindre problème de langage et de mémoire. Le déficit de C.N., que les chercheurs nomment «amusie», confirmait ainsi que la musique et le langage impliquent des mécanismes distincts et que la musique jouit effectivement d'une autonomie fonctionnelle.

Le cas de C.N. révélait également que la musique n'est pas une fonction unitaire, mais qu'elle repose sur une série de composantes dissociables. En effet, bien qu'elle perçut très clairement des variations de rythme, cette patiente ne parvenait absolument plus à discriminer des variations de hauteur des notes dans l'organisation mélodique d'un air musical. C.N. était «amélodique». Cela mettait en évidence l'existence de deux composantes distinctes, la mélodie et le rythme, qui sont traitées de façon indépendante. La reconnaissance d'un air musical s'effectuant normalement par une analyse de son organisation mélodique et rythmique, Isabelle Peretz a voulu vérifier si l'amélodie de C.N. pouvait expliquer son incapacité à reconnaître les airs musicaux. Pour ce faire, elle a présenté à des sujets normaux une banque d'airs connus, qu'elle a manipulés de façon à faire disparaître l'organisation de l'une des deux composantes, le rythme ou la mélodie. Ces sujets sains sont parvenus à reconnaître assez bien les airs dépouillés de leur organisation rythmique originale, lorsque leur organisation mélodique était toutefois préservée. Par contre, il fut très difficile pour eux de reconnaître ces mêmes airs sur la base du rythme, lorsqu'on avait nivelé les hauteurs des notes. Isabelle Peretz souligne que les caractéristiques de notre système musical occidental nous



JACQUES NADEAU / ORCHESTRE MÉTROPOLITAIN

portent à considérer beaucoup plus les variations de hauteur (l'organisation mélodique) que les variations rythmiques pour reconnaître un air, comparativement à ce qui se passe avec les musiques africaines.

Par ailleurs, Isabelle Peretz pousse ses investigations encore plus loin. Elle s'est donné comme objectif d'identifier les différents mécanismes sous-jacents aux composantes mélodique et rythmique, qui contribuent à la reconnaissance d'un air connu. L'état actuel de ses recherches lui permet de décrire trois caractéristiques de la composante mélodique: le contour, qu'on associe à la trajectoire des hauteurs successives; les intervalles de hauteur, qui séparent deux sons adjacents; la tonalité, qui fait référence à l'organisation de la gamme et au système musical auquel nous sommes habitués.

La chercheuse a voulu évaluer l'importance relative de l'utilisation du contour par rapport à celle des intervalles dans la discrimination et la reconnaissance de mélodies. Elle a pour cela soumis des individus à une série d'épreuves. Dans certaines d'entre elles, on modifiait le contour tandis que dans d'autres, on changeait la taille des intervalles sans toutefois toucher le contour. Il est apparu que les sujets normaux s'appuient de préférence sur le contour pour discriminer les mélodies.

De plus, le fait qu'une mélodie soit conforme ou non au système tonal, c'est-à-dire qu'elle nous apparaisse harmonieuse ou dissonante, est un indice qui nous aide énormément à discriminer des mélodies. Finalement, des études réalisées chez les cérébro-lésés suggèrent que les trois caractéristiques de la composante mélodique, à savoir le contour, les intervalles et la tonalité, fonctionnent de façon relativement distincte les unes des autres.

Par ailleurs, Isabelle Peretz précise que la nature de la composante rythmique est à l'heure actuelle moins bien connue. On lui reconnaît toutefois deux structures sous-jacentes: l'organisation rythmique en groupements, et la métrique qui peut suggérer un patron de valse ou de marche selon le type d'alternance entre les temps forts et les temps faibles. Plusieurs raisons, dont notamment l'examen des cérébro-lésés, portent justement les chercheurs à croire que ces deux structures sont indépendantes.

Somme toute, les recherches neuropsychologiques de l'équipe d'Isabelle Peretz nous laissent entrevoir que la fonction musicale est d'une complexité beaucoup plus grande qu'on ne pouvait l'imaginer. Alors que dans les années 60, la croyance voulait que toutes les facultés associées au langage soient situées unilatéralement dans l'hémisphère gauche et celles dédiées à la musique, dans l'hémisphère droit, il est aujourd'hui clair que les deux hémisphères participent à la fonction musicale. Bien sûr, il existe encore un biais en faveur de la prédominance de l'hémisphère droit concernant certaines composantes, dont le contour mélodique. Par contre, la composante rythmique semble plutôt relever de l'hémisphère gauche ou, à tout le moins, ne relever d'aucun hémisphère particulier. Après tout, toute cette complexité a peut-être quelque chose à voir avec l'envoûtement que la musique exerce sur nous!

PAULINE GRAVEL



LA CULTURE *IN VITRO* DES PLANTES MÉDICINALES

Pénétrer la vie secrète des plantes pour... vaincre la leucémie? Eh oui! Il semble, en effet, que ce soit là une voie fort plausible. C'est ce que croit le physiologiste végétal Vincenzo De Luca, professeur à l'Institut de recherche en biologie végétale de l'Université de Montréal, qui étudie depuis quelques années une plante médicinale, la pervenche de Madagascar. Ce chercheur a récemment élucidé quelques-uns des mécanismes biochimiques par lesquels cette plante produit la vincristine, un médicament de premier plan contre la leucémie. Ses travaux pourraient conduire à une percée: la production de vincristine et d'autres médicaments végétaux, à grande échelle, par culture cellulaire.

L'intérêt de Vincenzo De Luca pour cette plante aux jolies fleurs roses remonte à 1984. Il travaillait alors à la culture *in vitro*, une technique de multiplication des cellules végétales mise au point dans les années 1970. Des collègues lui suggérèrent une piste prometteuse: utiliser ce procédé pour produire, de façon contrôlée, la vincristine contenue dans la pervenche de Madagascar.

C'était une piste intéressante. Car — encore aujourd'hui —, la vincristine ne s'obtient qu'à partir de plantes entières, cultivées en plein champ. L'inconvénient, c'est qu'il faut 15 tonnes de feuilles pour extraire 30 grammes du médicament! De plus, l'approvisionnement est soumis à de nombreux aléas climatiques et économiques. Voilà autant de raisons de chercher une technique de production plus efficace et plus sûre, s'était donc dit Vincenzo De Luca.

Malheureusement, tout n'alla pas comme prévu. Les chercheurs réussirent bel et bien à mettre au point une méthode de culture *in vitro* des cellules de pervenche, mais il y avait un hic: une fois mises en culture, les cellules cessaient toute production de vincristine!

En effet, la synthèse de substances actives par les plantes est loin d'être une opération aussi simple, par exemple, que celle de l'amidon: la voie métabolique qui conduit à la vincristine comporte 24 à 30 étapes régies par autant d'enzymes différentes. Un véritable casse-tête...



UNIVERSITÉ ET PME: *LA COOPÉRATION EST-ELLE POSSIBLE?*

À cause de profondes divergences de conception en matière de R-D, les relations entre les universités et les PME demeurent encore aujourd'hui très marginales. L'amélioration de l'interface entre ces deux mondes constitue probablement, selon Pierre-André Julien, directeur du Groupe de recherche en économie et gestion des PME (GREPME) de l'Université du Québec à Trois-Rivières, la stratégie la plus susceptible de promouvoir une coopération avantageuse pour les deux parties.

Alors que dans les années 70, l'industrie et l'université apparaissaient comme deux mondes assez distants l'un de l'autre, et entre lesquels la communication et la coopération n'en étaient qu'aux premiers balbutiements, les années 80 ont vu naître de plus profondes relations entre eux. Toutefois, l'amélioration des liens université-industrie concernait principalement les grandes entreprises, laissant les PME encore à l'écart. Un comité de spécialistes dirigé par Pierre-André Julien s'est alors intéressé au contexte et à la nature des relations déjà existantes entre universités et PME dans 10 pays de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique), soit l'Allemagne, la Belgique, le Canada, l'Espagne, les États-Unis, la France, l'Italie, le Japon, le Royaume-Uni et la Suède. L'OCDE, qui a commandité cette étude, regroupe 25 pays parmi les plus riches et industrialisés du monde. Cette étude a permis de dresser un portrait passablement significatif des divers problèmes ou des facteurs de succès rencontrés dans les 10 pays en matière de coopération université-PME. Tout d'abord, les analyses de cas montrent qu'autant les universités que les PME manquent de ressources pour assurer le transfert de l'information scientifique et technologique. Des deux côtés, on doit faire appel à de l'aide financière gouvernementale.

Toutefois, le plus grand problème réside dans la divergence des objectifs de recherche poursuivis par les deux parties. Alors que les universitaires font généralement une recherche fondamentale orientée avant tout vers l'avancement des connaissances, les PME tendent vers l'élaboration de solutions rentables, répondant à des besoins



INSTITUT D'ÉCOLOGIE VÉGÉTALE

Ce n'est pas tout! Ces étapes ne se déroulent pas toutes dans la même partie de la plante, certaines d'entre elles n'affectant que les chloroplastes des cellules des feuilles. Or, lorsqu'elles sont cultivées *in vitro*, les cellules végétales ont généralement tendance à «se comporter» comme des cellules de racines. Pas étonnant qu'elles ne produisent plus de vincristine.

Mais impossible n'est pas scientifique, et Vincenzo De Luca était convaincu que les outils de la biologie moléculaire pouvaient l'aider à résoudre le problème. Dans un premier temps, il entreprit d'identifier et de purifier les principales enzymes de la voie métabolique menant à la vincristine. Un travail de bénédictin, si l'on considère que ces enzymes se retrouvent à des concentrations extrêmement faibles: elles constituent moins de 0,001 p. cent des protéines présentes dans la plante! Isoler et purifier ces enzymes constituait, en soi, un exploit scientifique.

Une fois ce débroussaillage effectué, Vincenzo De Luca et son équipe étudièrent le contrôle moléculaire de la production de ces enzymes. En d'autres termes, ils voulurent savoir comment étaient déclenchées les différentes étapes de la synthèse de la vincristine, en particulier celles qui ne se déroulent normalement que dans les feuilles.

Le physiologiste a alors découvert qu'un facteur clé pourrait bien s'appeler «phytochrome». Les phytochromes sont des molécules complexes qui gèrent tout un ensemble de réponses physiologiques chez les plantes. Par exemple, ce sont eux qui provoquent la floraison. Leur action est déclenchée, notamment, par certaines longueurs d'onde de la lumière rouge. Or, en exposant des plantes étiolées de pervenche (privées de lumière) à ces mêmes longueurs d'onde, Vincenzo De Luca est parvenu à induire les étapes normalement «enrayées» du processus de synthèse. Une preuve que les phytochromes jouent un rôle crucial.

Mais comment les phytochromes agissent-ils, au juste? En contrôlant l'expression génétique de certaines enzymes, selon Vincenzo De Luca. Comme toutes les protéines, les enzymes sont produites par l'action d'un gène. Le chercheur a donc émis l'hypothèse qu'à un stade donné du développement de la plante, les phytochromes émettent un signal qui amorce la transaction de ces gènes en leurs enzymes respectives.

précis. De plus, étant donné qu'elles doivent faire face aux contraintes de la concurrence, les entreprises recherchent la confidentialité des résultats, alors que pour les universitaires, l'accomplissement de leurs travaux s'achève par la publication de leurs résultats afin de les comparer à ceux des collègues de la communauté scientifique internationale. Enfin, l'obstacle qui nuit le plus à la qualité des collaborations entre les universités et les PME est le fait que ces dernières ne procèdent que sporadiquement à des activités de R-D.

Malgré ces inconvénients, Pierre-André Julien a relevé des exemples de succès au sein des pays étudiés. Ainsi, il mentionne les réussites de la France principalement, mais aussi de l'Allemagne et de l'Angleterre, en matière d'intégration des PME au sein de parcs technologiques. Il souligne aussi que le transfert d'information portant sur des technologies très avancées et des innovations systématiques, prospère mieux que le transfert touchant des technologies plus traditionnelles. De plus, il lui est apparu que dans tous les pays, les coopérations s'établissent de préférence dans les universités avec les départements d'ingénierie et de sciences de l'administration, mais plus rarement avec les départements de sciences naturelles. Pierre-André Julien cite également l'extraordinaire soutien qu'obtiennent les PME japonaises de la part d'instituts régionaux technologiques spécialisés ou généraux. Ces instituts, dont certains existent depuis plus de 100 ans, font de la R-D spécifiquement pour le compte de firmes, prêtent du personnel et offrent des cours de formation. Ce ne sont toutefois pas des institutions universitaires, fait remarquer le chercheur.

Par ailleurs, Pierre-André Julien insiste sur l'importance de la présence d'intermédiaires efficaces pour promouvoir et coordonner les échanges coopératifs entre les universités et les PME. Il rappelle qu'il existe, au sein de toutes les universités des différents pays, des bureaux de liaison qui sont chargés de telles fonctions. Créés au départ dans le but de gérer les contrats et les redevances qui les accompagnent, ces bureaux de liaison sont devenus de plus en plus actifs à mesure que les gouvernements restreignaient le financement universitaire. Les bureaux de liaison effectuent même aujourd'hui un démarchage préliminaire auprès des entreprises qui représentent, somme toute, une source de financement intéressante. Certaines universités, notamment en France et en Hollande, ont, en outre, recours à des organismes de courtage publics pour exécuter ce genre de transaction. Au dire des Hollandais, qui affichent une grande satisfaction à l'égard de ces organismes, le système de courtage représente un intermédiaire externe qui peut mieux traduire les comportements et les attentes de chacune des parties. Au Québec, il existe

Pour vérifier cette hypothèse, il faudra d'abord découvrir la nature de ce signal, qui est probablement une protéine. Puis, cloner le gène codant pour cette protéine et l'introduire ensuite dans les cellules de la plante. On forcera ainsi les cellules à émettre, de façon permanente, le signal déclenchant la transcription des enzymes manquantes et, donc, à produire de la vincristine. Et ce, croit-on, en abondance.

Ce détournement de la machinerie biochimique de la plante est-il réaliste? «Sans doute, croit Vincenzo De Luca, car nous maîtrisons déjà les outils génétiques permettant de cloner des gènes et de les insérer dans les cellules végétales. Tout n'est qu'une question de temps.»

À une époque où on redécouvre les vertus médicinales des plantes, un tel succès aurait un intéressant potentiel commercial. «On pourrait lancer toute une industrie de substances naturelles qui ne dépendrait plus de la culture ou de la cueillette, lesquelles ont l'inconvénient de détruire les plantes sauvages et leurs habitats naturels», explique le chercheur.

À plus long terme, la recherche en ce domaine offre des perspectives encore plus vastes. «L'évolution a créé, chez les différentes espèces végétales et même animales, des systèmes de contrôle de l'expression génétique étonnamment semblables. Par exemple, en implantant un gène de la pervenche chez une autre espèce de plante, nous avons forcé cette dernière à produire de la tryptamine, un insecticide naturel. L'observation de ces similitudes génétiques ouvre la voie à une compréhension du vivant plus profonde que jamais.»

Pour l'ensemble de ses travaux, Vincenzo De Luca a obtenu en 1991 le prix C.D. Nelson, accordé par la Société canadienne de physiologie végétale à un jeune chercheur de talent.

MICHEL GROULX

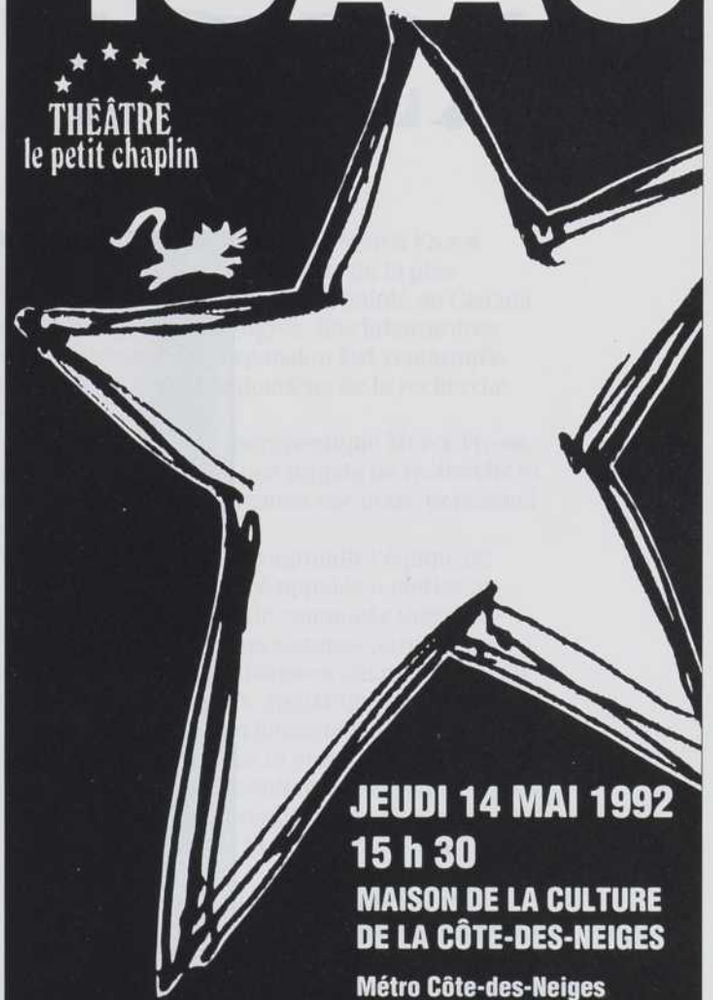
actuellement deux organismes de courtage publics, le CQIP (Centre québécois pour l'informatisation de la production) et le CEFRIO (Centre francophone de recherche en informatisation des organisations), mais leur avenir est incertain. Cependant, il existe à l'École polytechnique, affiliée à l'Université de Montréal, un bureau de liaison créé il y a plus de 20 ans, le Centre de développement technologique, qui dirige une coopération prospère avec les entreprises. Quant à l'Université McGill, elle possède aussi un bureau de liaison depuis 10 ans, mais ce dernier n'entretient des relations qu'avec de grandes entreprises.

À la suite de son étude, Pierre-André Julien soutient qu'il faudra miser sur l'amélioration du système d'interface entre les universités et les PME si l'on veut que ce genre de coopération prenne de l'expansion. «Il est nécessaire que les bureaux de liaison et les organismes intermédiaires de courtage disposent de plus de ressources pour qu'ils puissent réaliser une meilleure publicité quant aux capacités de transfert d'information technologique des universités», affirme-t-il. De plus, le chercheur croit que les universités doivent faire des efforts pour s'ajuster au point de vue des PME. Il nuance toutefois sa position en soulignant que l'université ne doit pas s'assujettir à l'entreprise et qu'elle ne doit pas trop se détourner de sa vocation traditionnelle de recherche fondamentale car, soutient-il, celle-ci prépare à la recherche appliquée et technologique de demain. En fait, conclut-il, il faudra faire des concessions de part et d'autre.

PAULINE GRAVEL

Le cadeau d'ISAAC

THÉÂTRE le petit chaplin



JEUDI 14 MAI 1992
15 h 30
MAISON DE LA CULTURE DE LA CÔTE-DES-NEIGES
Métro Côte-des-Neiges

Le Théâtre Le Petit Chaplin vous invite à sa communication où seront présentés des travaux qui visent à éveiller les enfants aux enjeux de l'astronomie moderne: LE CADEAU D'ISAAC.

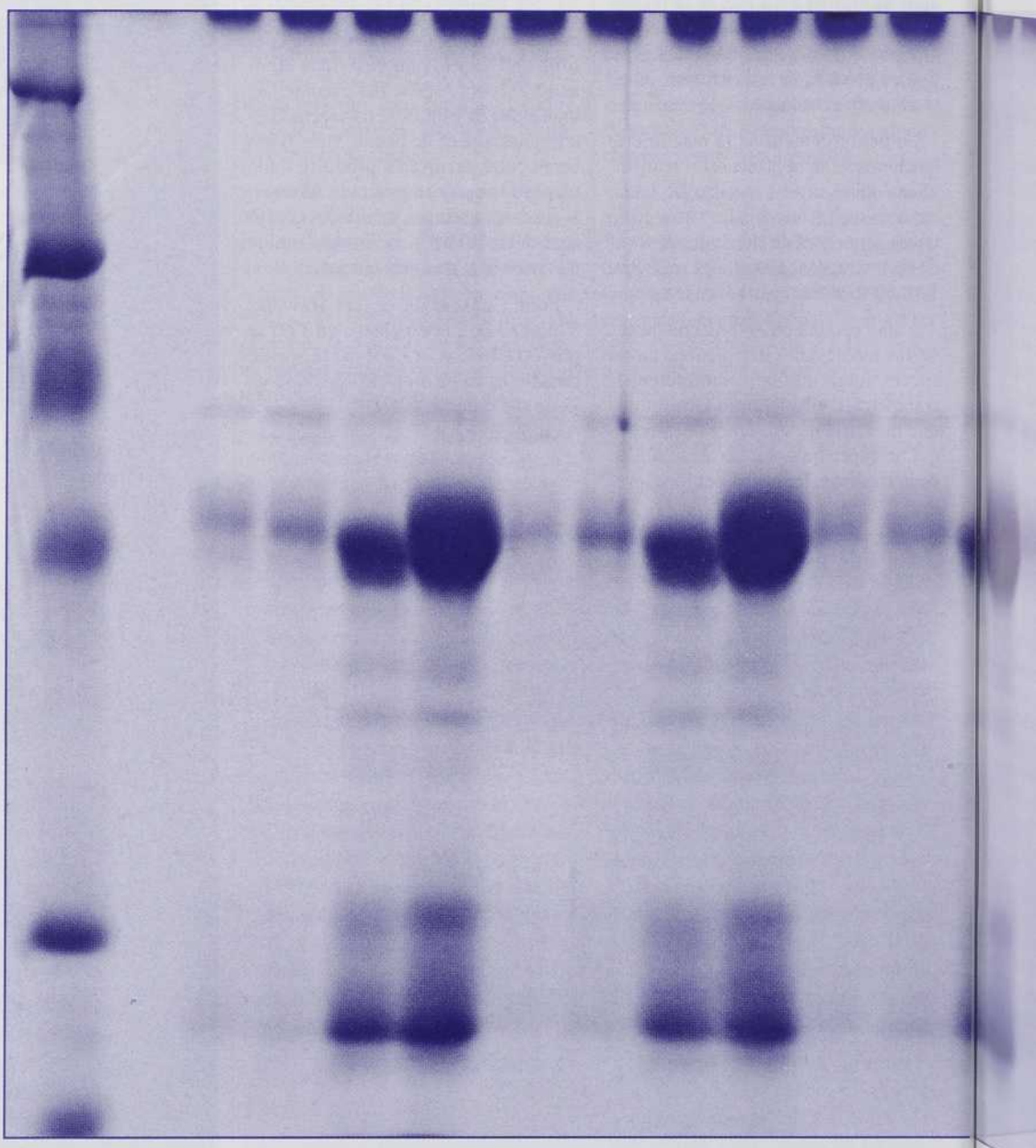
Un magazine, une pièce de théâtre et une enquête pédagogique mis en critique par:

Mme Sophie Malavoy: rédactrice en chef de la revue Interface.
M. Gilles Fontaine: astrophysicien.
M. Denis Chabot: responsable des programmes de science au primaire au Ministère de l'Éducation du Québec.
Le tout sera animé par **M. Yanick Villedieu**.

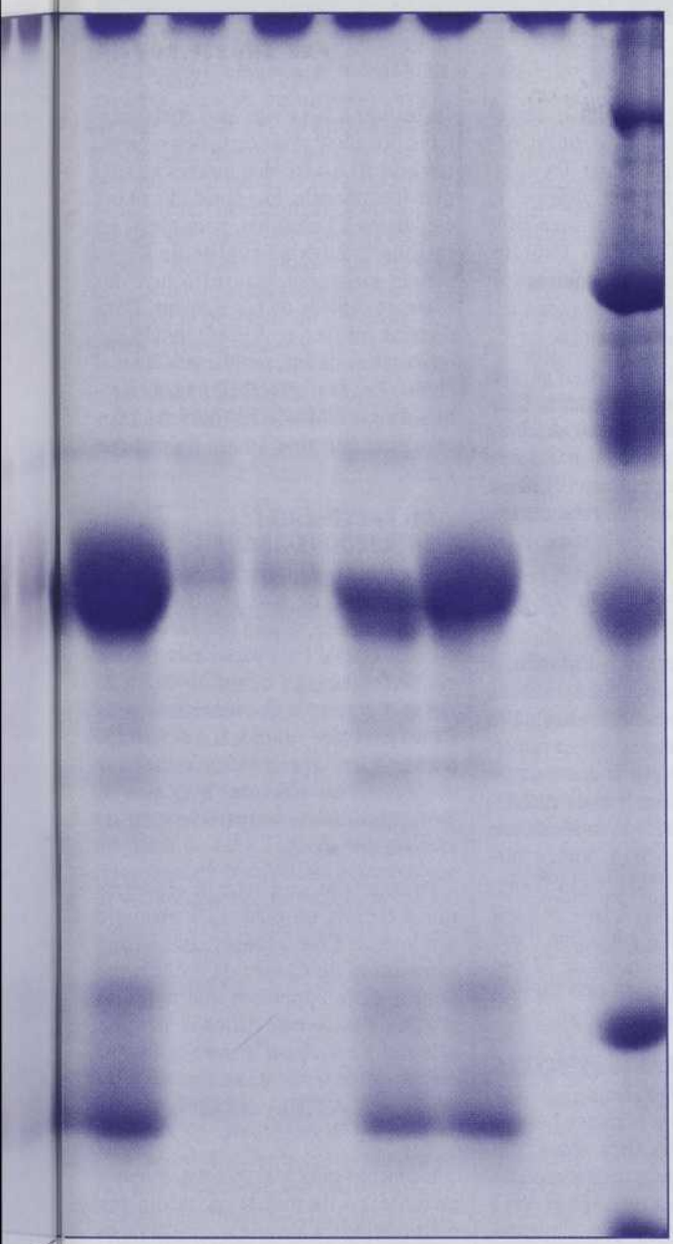
RÉSERVATIONS: 278-4809

Ce projet a été rendu possible par: Le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science du Québec et Sciences et Culture Canada.

MERCK RECHERCHE.



MERCK DÉCOUVRE.



Le Centre de recherche thérapeutique Merck Frosst renferme les installations de recherche de la plus importante société pharmaceutique de pointe au Canada. Toujours à l'avant-garde du progrès, nos laboratoires prennent actuellement une expansion fort remarquée en Amérique du Nord dans le domaine de la recherche fondamentale biomédicale.

Au Centre de recherche thérapeutique Merck Frosst, nous savons que le succès de nos projets de recherche et d'expansion repose essentiellement sur notre personnel scientifique.

C'est pourquoi nous devons agrandir l'équipe de femmes et d'hommes de science appelée à mettre au point la prochaine génération de composés thérapeutiques et de médicaments. Nous sommes particulièrement à la recherche de spécialistes en chimie organique (synthétique, analytique, RMN, spectrographie de masse, modélisation moléculaire), en biologie moléculaire et en biochimie. Nous leur offrons la possibilité de penser librement, de publier et de travailler au sein d'une équipe pluridisciplinaire hautement respectée pour le rôle actif et dynamique qu'elle joue sur la scène scientifique internationale.

Vous avez le sens de l'initiative, votre profil correspond à nos critères et vous désirez faire carrière dans un milieu scientifique disposant de la technologie la plus évoluée. N'hésitez pas à nous faire parvenir votre demande, accompagnée d'un curriculum vitæ, que nous traiterons en toute confidentialité. Veuillez adresser le tout à:

Cecil Pickett, Ph.D., vice-président de Merk Research Laboratories, C.P. 1005, succ. Pointe-Claire-Dorval, (Québec), Canada H9R 4P8

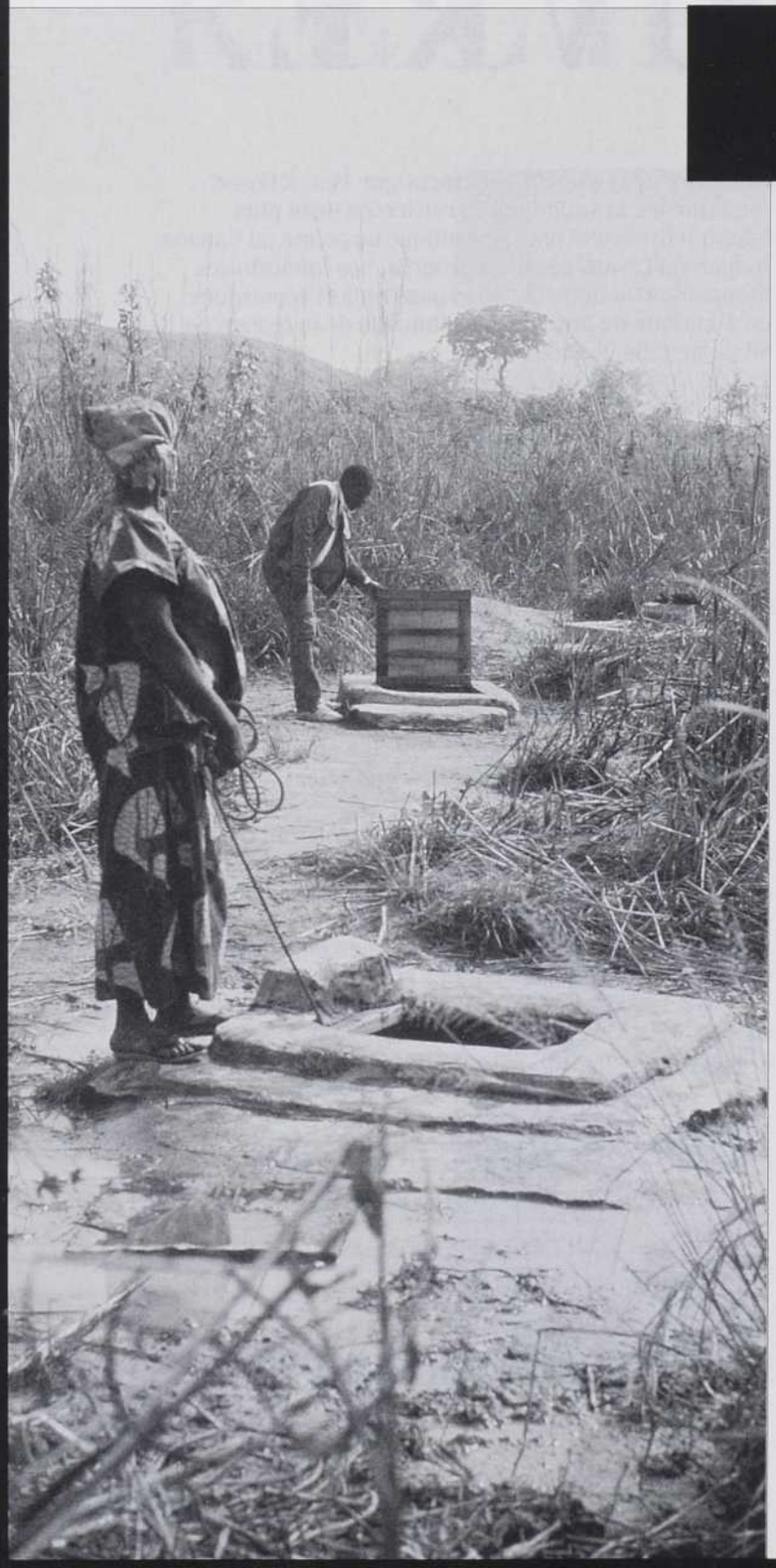
CENTRE DE RECHERCHE
THÉRAPEUTIQUE
MERCK FROSST

KIRKLAND, QUÉBEC

Le défi de découvrir

SCIENCE MONDE

DE L'EAU POTABLE GRÂCE À LA TÉLÉDÉTECTION



PAR ANDRÉE POULIN

Récoltes perdues, terres abandonnées, populations rurales frappées par des maladies hydriques comme la dysenterie, la bilharioze ou le vers de Guinée... Cruelle, dévastatrice, la sécheresse au Sahel cause des ravages aussi multiples que tragiques.

Comme la plupart des pays de l'Afrique sahélienne, la Côte d'Ivoire n'échappe pas à ce fléau. Une petite lueur d'espoir se profile cependant à l'horizon: grâce à la science encore toute jeune de la télédétection, il est désormais possible d'accroître l'efficacité de l'approvisionnement en eau potable.

Jusqu'en 1972, l'alimentation en eau des habitants des zones sub-sahéliennes de la Côte d'Ivoire se faisait principalement à partir des eaux de surface: pluies, étangs et marigots. Mais, à la suite d'une sécheresse dévastatrice survenue en 1973, le gouvernement s'est lancé dans un vaste programme d'adduction d'eau potable et en moins de 12 ans, pas moins de 13 000 forages ont été effectués.

DES FORAGES EFFECTUÉS À LA VA-VITE

Malgré les sommes faramineuses investies dans ces forages — près de 500 millions de dollars entre 1973 et 1985 —, les problèmes d'alimentation en eau dans les campagnes de la Côte d'Ivoire restent aussi critiques.

Comme le besoin d'eau est toujours urgent, ces forages ont été réalisés à la va-vite, sans étude préalable. Résultat: dans certaines régions, environ 50 p. cent des forages ne sont plus fonctionnels. Les points d'eau ont été laissés à l'abandon, pour plusieurs raisons: mauvaise qualité de l'eau, pannes mécaniques, insuffisance des réserves captées ou tarissement. Dans certains cas, le site d'implantation des ouvrages avait tout simplement été mal choisi. Par exemple, les forages effectués dans des bois sacrés destinés à des cultes rituels étaient à toute fin pratique inutiles.

UN PARTENARIAT SHERBROOKE-ABIDJAN

Ces milliers de forages, pour lesquels il n'existe aucun dossier officiel ni la plus petite carte, se sont donc révélés un coûteux coup d'épée dans l'eau. Devant ces pertes énormes de temps, de matériel et d'argent, le gouvernement de la Côte d'Ivoire décidait, en 1985, d'adopter une approche plus scientifique et d'évaluer les ressources hydriques en profondeur dans le socle (roche-mère de la croûte terrestre).

Pour ce faire, un Centre de télédétection a été mis sur pied, à l'Université nationale de Côte d'Ivoire. Grâce à une subvention du Centre de recherches pour le développement international (CRDI), l'Université nationale de Côte d'Ivoire s'est associée avec le Centre d'applications et de recherches en télédétection (CARTEL) de l'Université de Sherbrooke.

L'objectif principal de cette collaboration était de mettre au point des méthodologies simples, efficaces et rapides pour faciliter la découverte de réservoirs et améliorer les études d'implantation et de gestion des forages. Il s'agissait, en bout de ligne, d'augmenter le taux de réussite des forages.

CRDI

Comme Jean Biémi, le responsable ivoirien du projet, travaillait avec la télédétection depuis 1985, il n'avait nullement besoin d'être convaincu des mérites de cette science nouvelle. Dans un pays où les nappes aquifères étaient mal connues et les cartes souvent désuètes ou inexactes, les possibilités d'application de la télédétection étaient en effet nombreuses.

«L'hydrogéologie sans technologie moderne, c'est un peu dépassé. Avant, on avait recours à la géophysique, mais le processus était trop lent et ne permettait pas un éventail assez large», a expliqué le chercheur, récemment de passage au Canada pour participer à la 4e Conférence internationale sur les systèmes d'information géographique organisée par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

LE «MACROSCOPE» DE LA TÉLÉDÉTECTION

Science multidisciplinaire, la télédétection permet d'obtenir des informations à distance, sans contact direct avec l'objet détecté et elle arrive à concilier deux objectifs en apparence contradictoires: voir le plus de territoire possible avec la plus grande précision.

«La télédétection est une sorte de "macroscope" qui intègre haute technologie et sciences de l'environnement. C'est une science qui voit les choses dans leur globalité, qui permet de passer du détail à l'ensemble et vice versa», fait valoir Ferdinand Bonn, fondateur et directeur du CARTEL. Auteur du premier manuel de télédétection pour les pays francophones, ce professeur a aussi conçu et développé le premier programme complet de doctorat en télédétection au pays.

Pour évaluer les ressources en eau de la Côte d'Ivoire, les deux chercheurs responsables du projet, Jean Biémi de Côte d'Ivoire et Hugh Gwyn de Sherbrooke, décidèrent de concentrer leurs recherches sur le bassin versant de la rivière Marahoué, au nord du pays. Ce secteur présentait, en effet, les caractéristiques typiques de la région subsahélienne touchée par le problème d'eau: pluies relativement faibles, évapo-transpiration très élevée, débit des forages faible, populations humaine et animale élevées.

DÉPISTER LES LINÉAMENTS POUR TROUVER L'EAU

La première étape a consisté dans la cueillette des différentes données. D'abord, les données socio-économiques sur la population, les habitudes de consommation de l'eau et, ensuite, les données hydrogéologiques, géochimiques, géophysiques, pédologiques et climatiques.

Puis, les chercheurs se sont servis de la télédétection pour prendre des photos aériennes et des images satellites du bassin de la Marahoué. Permettant d'obtenir une vue globale du terrain, la télédétection a mis en relief les linéaments géologiques, c'est-à-dire les failles géologiques, aussi appelées «fractures». Le socle cristallin de la Côte d'Ivoire étant relativement imperméable, les eaux d'infiltration ne peuvent y circuler que dans ces fractures. Ainsi, c'est en étudiant les points de rencontre de certains linéaments ou encore leur façon de se croiser, que le ou la géologue peut localiser les nappes phréatiques.

«La télédétection a aussi permis de faire la cartographie des différents types de sol et de la végétation. Comme le type de couvert influence le type d'infiltration et que ce sont les eaux d'infiltration qui alimentent les nappes phréatiques, ces renseignements supplémentaires sont très utiles pour l'hydrogéologue», souligne Goze Bertin Bénie, un Ivoirien qui est présentement professeur-chercheur au CARTEL.

Une fois toutes ces données en main, Jean Biémi et Hugh Gwyn devraient ensuite les intégrer pour arriver à déterminer les ressources hydriques du bassin de la Marahoué.

À l'aide d'un micro-ordinateur IBM, équipé d'un logiciel de système d'informations géographiques et d'un système de traitement d'images, les chercheurs ivoiriens, avec l'appui technique des Québécois, ont alors mis au point un système d'information hydrogéologique à référence spatiale (SIHRS). Ce système leur a permis de développer un modèle d'intégration des données de nature diverse et représentées à des échelles complètement différentes.

UNE RECHERCHE FRUCTUEUSE

Les recherches effectuées par l'équipe de Jean Biémi et Hugh Gwyn ont déjà donné des résultats. Tout d'abord, grâce aux outils élaborés, il est désormais possible de suivre la circulation des eaux souterraines du bassin de la Marahoué.

Cette recherche a aussi produit des informations sur le positionnement et la productivité des forages, ce qui a contribué à la mise au point d'un moyen efficace de contrôle des programmes d'hydraulique villageoise.

Les bénéfices directs et indirects de ce projet sont donc considérables: amélioration de la durée de vie des forages, augmentation du taux de réussite lors des campagnes d'implantation et diminution du phénomène de tarissement. En bout de ligne, cela signifie une utilisation plus rentable des ressources financières disponibles pour l'approvisionnement en eau.

DES FORAGES MIEUX PLANIFIÉS

Mieux encore, le modèle développé par Jean Biémi et son équipe pourrait même être utilisé dans des pays voisins comme le Ghana et le Mali, qui partagent le même climat (pluviométrie et cycle des saisons). Quant à la Côte d'Ivoire, son prochain programme de 500 forages est prévu pour 1993 et il y a fort à parier que celui-ci sera mieux planifié que les précédents programmes.

«On a proposé une méthode d'implantation et si les forages sont bien effectués, ça pourrait même stabiliser la situation de l'eau», affirme Jean Biémi.

Le projet conjoint Sherbrooke-Côte d'Ivoire appuyé par le CRDI se termine en juin 1992, mais Jean Biémi rêve d'une convention inter-universitaire avec le CARTEL, pour l'enseignement de la télédétection à l'Université nationale de Côte d'Ivoire.

«Notre pays a investi beaucoup d'argent en télédétection, mais n'a pas encore de grands spécialistes qui maîtrisent la technique. Nos gens ont besoin de formation», a-t-il souligné.

Il n'est donc pas impossible que le partenariat Sherbrooke-Abidjan ait une suite.

CRDI
CANADA

CETTE CHRONIQUE EST RÉALISÉE GRÂCE À LA COLLABORATION DU CENTRE DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL (CRDI).

École des
Hautes Études
Commerciales

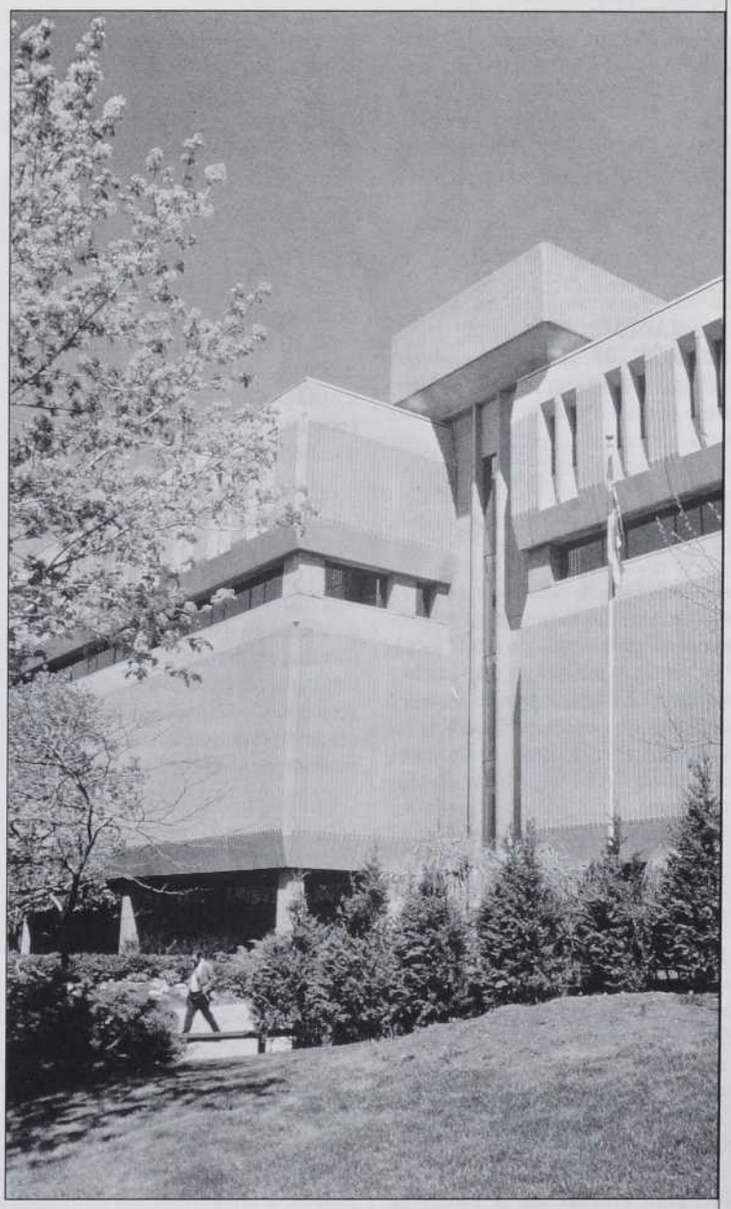
Affiliée à
l'Université de Montréal

Réflexion et action au service de la gestion

Les professeurs et chercheurs de l'École des Hautes Études Commerciales contribuent de façon tangible à l'accroissement des connaissances et à l'amélioration des pratiques dans les domaines de la gestion. Leurs recherches, travaux, publications et engagements en témoignent.

La recherche à l'École des HEC:

- La Chaire de commerce Omer DeSerres
- La Chaire de gestion des arts
- La Chaire d'entrepreneurship Maclean Hunter
- La Chaire de sciences comptables
- Le Centre de gestion des coopératives
- Le Centre de recherche sur les transports
  (centre conjoint Université de Montréal, École Polytechnique, École des HEC)
- Le Centre d'études en administration internationale
- Le Centre d'études en qualité totale
- Le Groupe contrôle de gestion
- Le Groupe de recherche en systèmes d'information
- Le Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions
  (groupe conjoint École des HEC, École Polytechnique, Faculté d'administration de l'Université McGill)
- Le Groupe Femmes, Gestion et Entreprises
- Le Groupe humanisme et gestion
- MIRALab, groupe de recherche en image et animation par ordinateur



L'esprit d'entreprise

Pour plus d'information:

Direction de la recherche
École des Hautes Études Commerciales
5255, avenue Decelles
Montréal (Québec)
H3T 1V6
Tél.: (514) 340-6256

PAR PAULINE GRAVEL

DU NOUVEAU AU FOND DES MERS

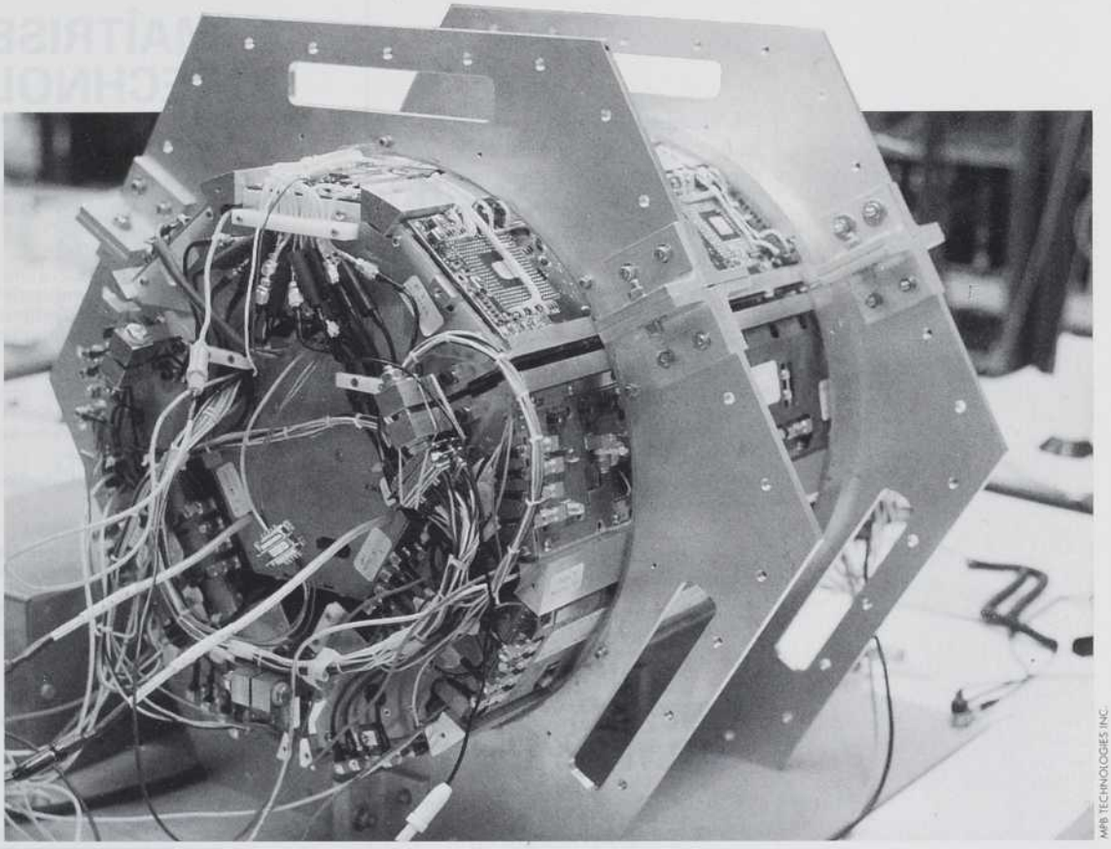
Innovation majeure dans le domaine des télécommunications intercontinentales: un multiplexeur de branchement sous-marin (UBM) permet désormais à cinq pays d'être desservis par un seul câble transocéanique. Il s'agit là d'une réalisation canadienne qui a déjà fait l'objet de marchés avec de grandes multinationales telles que AT&T et British Telecom. Ce multiplexeur de branchement sous-marin a été conçu par Martin Fournier, de Téléglobe Canada, puis il a été développé et mis en exploitation par la société MPB Technologies Inc. de Dorval. Cette dernière a d'ailleurs reçu de nombreux prix pour ses travaux, dont la palme d'or dans la catégorie «Entrepreneurship» et la Palme d'argent dans la catégorie «Innovation» des Prix Canada pour l'excellence en affaires.

Avant l'apparition des multiplexeurs UBM, les câbles sous-marins à fibre optique n'étaient rattachés qu'à deux stations terrestres. Ces dernières servaient ensuite de relais pour l'acheminement des communications vers les pays environnants. Ainsi, un câble à fibre optique, nommé TAT-8, reliait les États-Unis à l'Angleterre. Au Canada, les communications outre-mer s'effectuaient par satellite ou par câble, via la station américaine TAT-8. Les multiplexeurs de branchement sous-marins, qui sont constitués d'un ensemble d'interrupteurs électroniques, permettent désormais à un même câble d'établir des connexions avec plusieurs points de réception terrestre indépendants. Grâce à eux, le nouveau câble transatlantique TAT-9 relie directement le Canada et les États-Unis à la France, au Royaume-Uni et à l'Espagne.

Le nouveau système de télécommunications TAT-9 se distingue également par sa très grande vitesse de transmission, qui est de l'ordre de 600 mégabits par seconde, une vitesse deux fois plus élevée que celle du système précédent, installé en 1988. Une telle performance a été rendue possible grâce aux efforts déployés par les chercheurs de la société MPB pour améliorer la technologie des circuits intégrés à des application spécifiques (CIAS—*ASIC*) qui composent le multiplexeur UBM. Ces chercheurs ont mis au point des circuits intégrés beaucoup plus puissants et compacts, ce qui permet de réduire la quantité et le volume des composantes électroniques à l'intérieur du câble et rend possible le traitement de plus nombreuses communications téléphoniques simultanément.

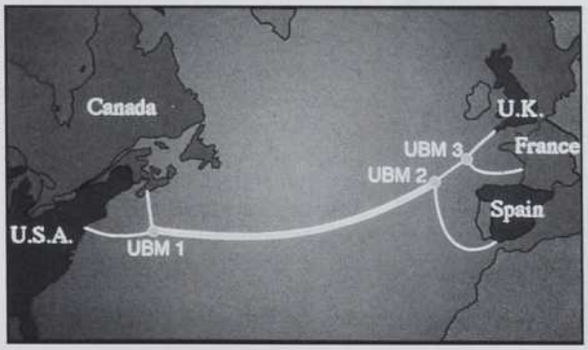
La fiabilité du système est des plus remarquables, soit moins d'une défaillance en 25 ans, comparativement à celle du satellite, qui est d'une défaillance par 10 ans et à celle du câble terrestre, évaluée à moins d'une défaillance par deux ou trois ans. De plus, la grande flexibilité du système permet de maintenir un service constant lorsque des réparations s'imposent et d'aiguiller le trafic entre les différents points d'attache selon les besoins.

Depuis la création du multiplexeur UBM, le Canada est devenu un intervenant de premier plan dans le domaine des télécommunications transocéaniques. En effet, on lui a confié l'installation du système sous-marin ainsi que de tous les équipements terrestres de transmission, de réception et de supervision, dans les différents pays desservis par TAT-9.



MPB TECHNOLOGIES INC.

Vue de l'intérieur du prototype de multiplexeur immergé: le défi consistait à réunir un très grand nombre de circuits numériques sur le moins de composants possible en raison des contraintes de fiabilité (pas plus de 0,3 panne par unité sur une période de 25 ans), d'alimentation et d'espace.



MPB TECHNOLOGIES INC.

Tracé du câble transatlantique TAT-9: le TAT-9 est le premier câble sous-marin multipoint doté des multiplexeurs de dérivation immergés de MPB. Il relie les États-Unis et le Canada au Royaume-Uni, à la France et à l'Espagne.

ÉTS
le génie pour l'industrie

MAÎTRISE EN TECHNOLOGIE DES SYSTÈMES

Afin de former des spécialistes aptes à favoriser le transfert technologique dans l'industrie, l'École de technologie supérieure offre un programme de maîtrise en technologie des systèmes (M.Ing.).

Comportant 45 crédits (dont 15 sont rattachés à un projet d'application industriel), ce programme inclut des cours portant sur les systèmes manufacturiers, électriques, mécaniques et informatiques. Il est offert à temps complet ou à temps partiel.

L'ÉTS offre à ses étudiants de deuxième cycle à temps complet la possibilité d'obtenir un revenu annuel minimal de 12 000 $. Un revenu supplémentaire peut aussi être obtenu d'autres sources.

Date limite d'admission:
1er juin 1992

Bureau du registraire
École de technologie supérieure
4750, avenue Henri-Julien
Montréal (Québec) H2T 2C8
Téléphone : (514) 289-8888
Télécopieur: (514) 289-8950

Université du Québec
École de technologie supérieure

L'ensemble des innovations relevées ici font en sorte que la capacité des systèmes de télécommunications transocéaniques par câbles à fibre optique surpasse désormais celle des satellites. De plus, le mode de transmission analogique des satellites produit fréquemment de l'écho et un bruit de fond désagréable alors que la transmission numérique des systèmes par câble donne une qualité de communication nettement meilleure. Un autre point qui laisse présager que les télécommunications intercontinentales de demain s'effectueront de préférence par mer plutôt que par les airs.

UN LOGICIEL POUR CHASSER LES MAUVAISES HERBES

Claude J. Bouchard et Romain Néron, du Service de phytotechnie du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), en collaboration avec Pierre Plante du Centre d'analyse de textes par ordinateur (Centre d'ATO) de l'Université du Québec à Montréal, ont conçu et élaboré SIPO, un système-expert d'identification par ordinateur de plantules de mauvaises herbes. Ce système permet d'utiliser les herbicides de façon plus rationnelle et mieux adaptée à chaque environnement.



SIPO permet de reconnaître plus de 120 espèces de mauvaises herbes, soit la plupart des espèces présentes dans les cultures agricoles du Québec. Il est également spécialisé dans l'identification de ces espèces alors qu'elles sont encore à l'état de plantule, cet état représentant le tout premier stade végétatif d'une plante issue de la germination d'une graine.

Les chercheurs ont choisi d'élaborer un outil adapté à l'identification des plantules pour de multiples raisons, dont la nécessité d'un diagnostic précoce des ennemis de cultures (soit sept à quinze jours après les semis, dès la levée des plantules). Romain Néron souligne en ce sens que plus on peut procéder tôt à un traitement herbicide, plus ce dernier sera efficace et moins il causera de dommages aux cultures. En effet, il rappelle que les plantules sont peu enracinées, qu'elles possèdent peu de réserves et sont ainsi plus vulnérables aux herbicides. Les mauvaises herbes sont donc plus faciles à enrayer lorsqu'elles sont à ce stade de leur développement. Par ailleurs, étant donné que l'identification des espèces au stade de plantule était jusqu'alors assez

délicate et nécessitait l'expertise de spécialistes, les chercheurs espéraient rendre accessible à un plus large public l'exécution d'une telle démarche. Ils y sont parvenus en créant SIPO, un système imagé, facile à utiliser et qui ne requiert aucun vocabulaire technique ni aucune documentation externe. Bien que SIPO soit principalement destiné aux conseillers agricoles et aux spécialistes du désherbage des cultures, toute personne intéressée à la botanique peut l'utiliser puisqu'aucune connaissance spécifique n'est nécessaire.

L'originalité de SIPO, c'est qu'il ne fonctionne pas sur le principe des clés d'identification. Le résultat auquel il conduit ne concerne pas une seule espèce, mais plutôt une liste d'espèces ordonnées selon leur degré de ressemblance avec le spécimen à identifier. Voilà qui distingue SIPO des systèmes-experts traditionnels. En effet, ceux-ci procédaient par raisonnement déductif; des règles d'inférence y déterminaient le lien entre les différentes questions pour en arriver à un résultat unique. Dans SIPO, par contre, le fait de ne pas répondre à certaines questions n'empêche pas de parvenir à un résultat. Le langage informatique FX propre à SIPO accomplit un raisonnement analogique et procède à l'identification d'une plantule en deux temps. D'abord, l'examen des caractères morphologiques du spécimen permet la construction d'un portrait-robot. Ensuite, ce portrait-robot est comparé à toutes les espèces décrites dans le système. Les espèces qui ressemblent le plus au portrait-robot sont sélectionnées et sont accompagnées d'un score, appelé «coefficient de saillance». Ce score correspond en quelque sorte à leur degré de proximité, de ressemblance avec la plantule inconnue.

À l'heure actuelle, SIPO est conçu pour les ordinateurs Macintosh disposant de huit megs de mémoire vive. Les chercheurs travaillent à réduire de moitié la quantité de mémoire vive nécessaire et à rendre SIPO compatible avec les appareils de type IBM. De plus, ils s'appliquent à adapter le modèle de système-expert sur lequel est construit SIPO à l'identification des maladies des plantes et à celle des pucerons. Toute une armure pour lutter contre les ennemis des cultures est donc en cours de création! ■

BIO Reconnaissance
Recognition

Conférence internationale sur les biotechnologies industrielles

Montréal, Canada, du 1er au 4 juin 1992

COPRÉSIDENTS HONORAIRES

M. Sidney Altman
Université Yale, États-Unis

M. Kazutomo Imahori
Président, Institut Mitsubishi Kasei des sciences de la vie, Japon

Mme Julia Levy
Vice-présidente, Découvertes, Quadra Logic Technologies Inc., Canada

M. Alain Mérieux
Président directeur-général, Institut Mérieux, France

Mme Setijati Sastrapradja
Centre de recherche en biotechnologie, Indonésie

PROGRAMME

Le programme comprendra trois sections où les discussions seront menées en parallèle :

BIO-SCIENCE : la recherche de pointe dans les domaines suivants : ribozymes; antisens; études génomiques; structure et fonction des protéines; conception des protéines; facteurs de croissance; lipides; et glycobiologie.

BIO-TECHNOLOGIE : discussions sur les applications technologiques suivantes : synthèse des protéines; systèmes d'expression; adsorption de protéines sur des surfaces solides; séquençage des acides nucléiques; PLFRs; biocapteurs miniaturisés; systèmes d'administration de médicaments; utilisation des oligonucléotides, des peptides et des anticorps monoclonaux pour fins d'identification; et techniques liées aux hydrates de carbone.

BIO-COMMERCE : des établissements financiers intéressés au domaine des biotechnologies discuteront de différentes approches à l'investissement; un atelier sur la façon d'intéresser le milieu financier; des séances sur les lois concernant la propriété intellectuelle et les brevets; les règlements (santé, sécurité et tests pratiques); la pénétration des marchés étrangers; la structuration des entreprises, et un coup d'oeil sur l'avenir-les biotechnologies et la qualité de vie.

Parmi les orateurs, mentionnons :

Sidney Altman
Université Yale, É.-U.

Lisa Conte
Shaman Pharmaceuticals, É.-U.

Dan Raleigh
Du Pont Merck, É.-U.

Wayne Gerlach
R. W. Johnson Pharmaceutical Research Institute, Australie

Andrew Griffiths
MRC, Université de Cambridge, R.-U.

Claude Hélène
Muséum National d'Histoire Naturelle, France

John Johnson
Université Purdue, É.-U.

Stephen Kent
The Scripps Research Institute, É.-U.

Aaron Klug
MRC, université de Cambridge, R.-U.

Kenneth Lee
Ernst and Young, Palo Alto, É.-U.

Anant Menon
Université Rockefeller, É.-U.

Joseph Mol
Université Libre d'Amsterdam, Hollande

Marc van Montagu
Université d'État de Gand, Belgique

Tony Pawson
Toronto Mount Sinai Hospital, Canada

Lloyd Smith
Université du Wisconsin, É.-U.

Alexander Spirin
Institut de recherche sur les protéines, Russie

Olke Uhlenbeck
Université du Colorado, É.-U.

Shoshana Wodak
Université Libre de Bruxelles, Belgique

Ronald Worton
Toronto Hospital for Sick Children, Canada

Paul Zamecnik
Fondation Worcester, É.-U.

Norton Zinder
Université Rockefeller, É.-U.

POUR PLUS D'INFORMATION RETOURNER CE FORMULAIRE SANS TARDER

Nom : _____

_____

Adresse : _____

_____

_____

Ville : _____

Pays : _____

Code postale : _____

Téléphone : _____

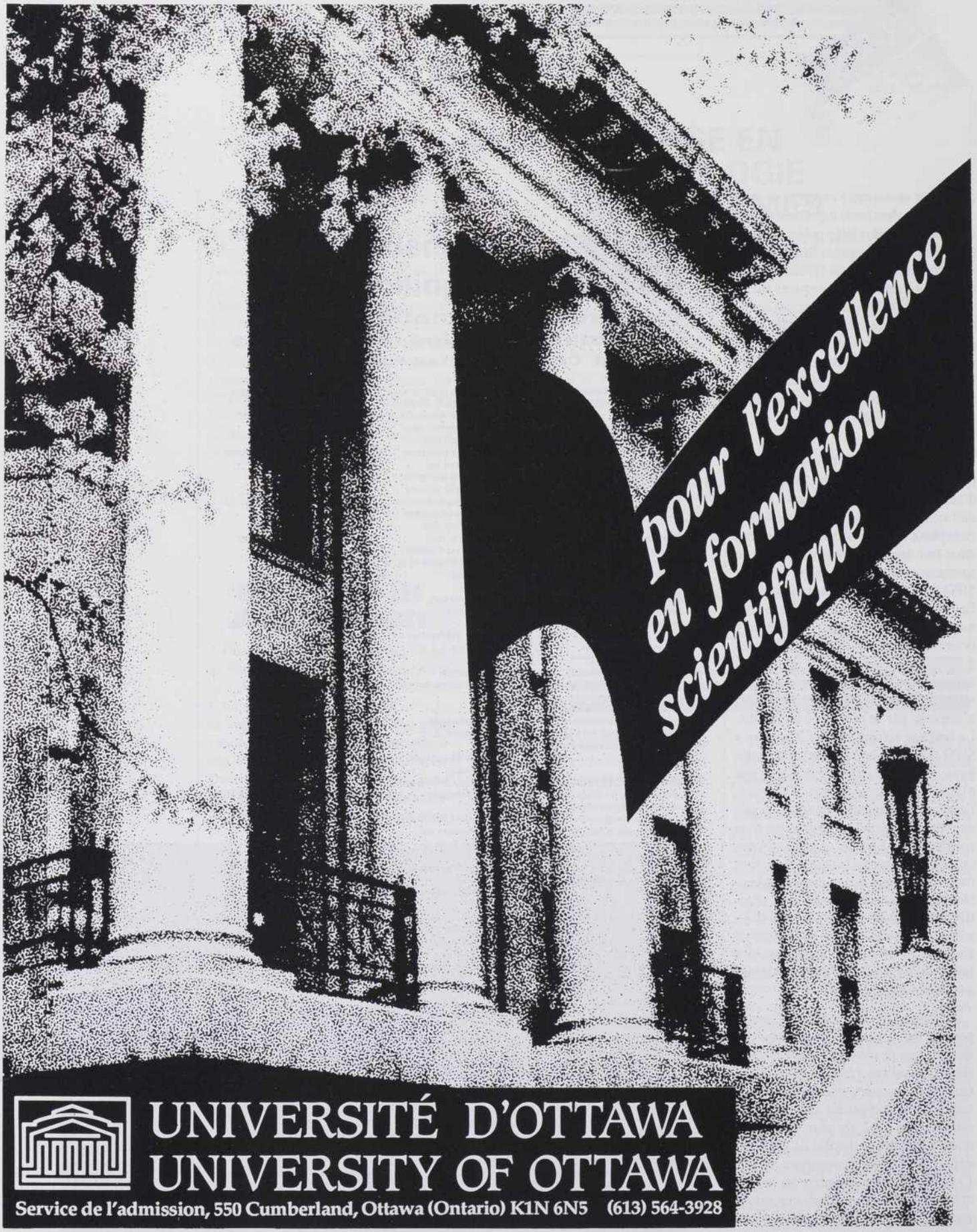
Télécopieur : _____

Bio-Reconnaissance
Conseil national de recherches Canada
Ottawa (Ontario), CANADA
K1A 0R6
À l'attention : Doris Ruest

Téléphone : (613) 993-9009
Télécopieur : (613) 957-9828
Télex : 053-3145

Industrie, Sciences et Technologie Canada
Industry, Science and Technology Canada

Canada



UNIVERSITÉ D'OTTAWA
UNIVERSITY OF OTTAWA
Service de l'admission, 550 Cumberland, Ottawa (Ontario) K1N 6N5 (613) 564-3928

SCIENCE-INTER

PAR SOPHIE MALAVOY

PRIX DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE DE L'ACFAS 1992

PRIX URGEL-ARCHAMBAULT
Sciences physiques, mathématiques et génie
Gilles Brassard



Professeur titulaire
Département d'informatique et de recherche opérationnelle
Université de Montréal

PRIX ANDRÉ-LAURENDEAU
Sciences humaines
François Duchesneau



Vice-doyen à la planification
Faculté des arts et des sciences
Université de Montréal

PRIX LÉO-PARISEAU
Sciences biologiques et sciences de la santé
Paul Jolicoeur



Directeur
Laboratoire de biologie moléculaire
Institut de recherches cliniques de Montréal

PRIX MICHEL-JURDANT
Sciences de l'environnement
Claude Hillaire-Marcel



Professeur titulaire
Département des sciences de la terre
Centre de recherche en géochimie isotopique et géochronologie (GEOTOP)
Université du Québec à Montréal

PRIX DESJARDINS D'EXCELLENCE ÉTUDIANTS-CHERCHEURS



Carl-Éric Aubin
Maîtrise en génie mécanique
École polytechnique de Montréal



Paul Fortier
Maîtrise en littérature française
Université Laval



Isabelle Laurion
Maîtrise en biologie (océanographie)
Université du Québec à Rimouski

PRIX J.-ARMAND-BOMBARDIER
Innovation technologique
Serge Gracovetsky



Professeur associé
Département de génie électrique
Université Concordia
et président, Diagnospine Research inc. et Spinex Medical Technologies inc.

PRIX MARCEL-VINCENT
Sciences sociales
Vaira Vikis-Freibergs



Professeure titulaire
Département de psychologie
Université de Montréal

PRIX JACQUES-ROUSSEAU
Interdisciplinarité
Ferdinand Bonn



Professeur titulaire
Centre d'applications et de recherches en télédétection (CARTEL)
Université de Sherbrooke

KILLAM: LA CUVÉE 92

Cinq scientifiques du Québec ont remporté une des 15 nouvelles bourses Killam octroyées par le Conseil des arts du Canada. Il s'agit de **Jacques Lévesque**, Université du Québec à Montréal, science politique, «L'URSS et l'effondrement des régimes communistes de l'Europe de l'Est»; **Margaret Lock**, Université McGill, anthropologie, «Manipuler la nature: analyse culturelle de la technologie médicale au Japon et au Canada»; **Darko R. Suvin**, Université McGill, littérature comparée, «Le théâtre comme monde possible, le point de vue du sujet et la référentialité»; **André-Marie Tremblay**, Université de Sherbrooke, physique, «Supraconductivité à haute température de transition» et **James D. Wuest**, Université de Montréal, chimie, «L'autoassemblage de structures tridimensionnelles pouvant être maintenues ensemble par des réseaux étendus de liaisons hydrogènes».

Par ailleurs, trois autres professeurs québécois, Bernard Beugnot et Jiri Patera de l'Université de Montréal ainsi que Reuven Breener de l'Université McGill, ont vu leurs bourses renouvelées pour un an.

Les bourses Killam permettent aux meilleurs scientifiques et universitaires du Canada de se consacrer à plein temps, pendant deux ans au moins, à la recherche ou à la rédaction d'un ouvrage.

LEXIQUE DES SERVICES DE SANTÉ

nouveauté

Ce lexique anglais-français, français-anglais présente un ensemble de termes et d'expressions propres au secteur des services de santé en général au pays. C'est un ouvrage de base qui prendra plus d'expansion au fur et à mesure de son actualisation.

Il est divisé en deux parties, traitant des services de santé mêmes et des appellations officielles qui s'y rattachent.

Cette publication s'adresse aux professionnels de la santé et aux traducteurs, terminologues et interprètes.

Publié par le ***Secrétariat d'État****, le lexique a été élaboré par le réseau Entraide Traduction Santé (ETS), un groupe de traducteurs oeuvrant dans le domaine de la santé.*

Bulletin de Terminologie 205, 1991
Code GCC-É : 029401 1068 entrées
14,95$ (17,95$ à l'étranger)

Disponible par la poste auprès du:
Groupe Communication Canada - Édition
Ottawa (Ontario) Canada
K1A 0S9
Tél.: (819) 956-4802
ou par l'entremise des librairies associées

Medical Research Council of Canada | Conseil de recherches médicales du Canada
Secrétariat d'État du Canada | Department of the Secretary of State of Canada

LA FISCALITÉ AUX CYCLES SUPÉRIEURS

Un diplôme de 2e cycle spécialisé en fiscalité vient d'être lancé à l'École des hautes études commerciales pour répondre tant aux besoins du monde des affaires en général que des milieux comptables et juridiques en particulier.

Ce programme d'études de courte durée (30 crédits) sera offert à temps partiel seulement.

IMPLANTATION DE L'INSTITUT DE RECHERCHE EN PHARMACIE INDUSTRIELLE

Le ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie du Québec, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science du Québec et le Bureau fédéral de développement régional viennent d'accorder une subvention de 6 millions de dollars pour l'implantation de l'Institut de recherche en pharmacie industrielle (IRPI), créé, en 1990, par l'Université de Montréal et le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ).

Le complexe de 3 000 m^2 comprendra une usine-pilote, des laboratoires de recherche, des bureaux et des salles de conférence. Il pourra servir, entre autres, non seulement à des travaux de recherche fondamentale, mais aussi à de la recherche appliquée comme la mise au point de formulations classiques ou innovatrices, l'élaboration de procédés de fabrication, la transposition de l'échelle du laboratoire à celle de l'usine, de même qu'à la conception et à la réalisation d'appareils qui serviront à la fabrication de nouveaux produits pharmaceutiques.

PLUS DE FONDS POUR LES TROIS CONSEILS SUBVENTIONNAIRES

Le ministre des Sciences, William Winegard, a annoncé, en mars dernier, l'octroi d'un financement important aux trois conseils subventionnaires fédéraux.

Les budgets du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG), du Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH) et du Conseil de recherches médicales (CRM) augmenteront de 4 p. cent par année au cours des quatre prochaines années. Les fonds consacrés à la recherche universitaire et à la formation de chercheurs augmenteront ainsi de 321,5 millions de dollars entre 1992-1993 et 1995-1996.

Ces nouveaux fonds s'ajoutent au financement versé pour maintenir les budgets des conseils à leur niveau actuel. Les nouveaux fonds et les fonds de rajustement totaliseront 1,2 milliard de dollars répartis sur quatre ans, pour un budget total de 3,4 milliards entre 1992 et 1996 pour les trois conseils subventionnaires.

Le ministre Winegard a souligné l'importance d'assurer un financement et un climat de planification stables aux conseils subventionnaires. Ces derniers doivent être en mesure de prévoir leurs ressources afin de répondre à l'urgence d'accroître la compétitivité du Canada par l'intermédiaire de la recherche universitaire et de la formation de personnel hautement qualifié. Les nouveaux fonds accorderont aux conseils la marge de manoeuvre dont ils ont besoin pour planifier leurs activités et augmenter l'appui à la recherche universitaire et à la formation de chercheurs.

LES BIOTECHNOLOGIES: UNE PRIORITÉ

Le Québec se doit de reconnaître les biotechnologies comme une priorité stratégique. C'est ce que déclare le Conseil de la science et de la technologie dans un avis[1] rendu public en février dernier. D'après le Conseil, les biotechnologies peuvent contribuer au développement économique surtout dans les domaines de la santé, de l'agro-alimentaire, de la foresterie et de l'environnement.

Le Québec peut compter sur la présence de bonnes équipes de recherche dans ses universités et ses instituts, et sur l'existence d'une centaine d'industries, pour la plupart jeunes et de taille moyenne, identifiées aux biotechnologies. Par ailleurs, il faudra former une main-d'oeuvre très qualifiée pour pouvoir passer de l'expérience en laboratoire à l'étape de la démonstration et de la mise à l'échelle industrielle. D'après le Conseil, cette étape est cruciale et il formule des recommandations pour faciliter la coopération entre les équipes de recherche universitaire, les entreprises industrielles et le génie-conseil.

Source

CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE, *Les biotechnologies: un choix stratégique pour le Québec*, décembre 1991.

LE GÉNIE, UNE PROFESSION D'AVENIR

Selon les dernières prévisions du Bureau canadien des ressources humaines en génie (BCRHG), le nombre d'emplois en génie au Canada devrait passer de 102 000 (statistique 1991) à 128 000 d'ici l'an 2000.

Le BCRHG prévoit ceci: les domaines du génie électrique, civil et mécanique devraient recueillir le plus grand nombre des nouveaux emplois qui seront créés; l'Ontario et le Québec offriront les meilleures perspectives d'emploi aux ingénieurs vers la fin de cette décennie. D'ici l'an 2000, 14 600 nouveaux emplois en génie devraient être créés en Ontario et 6000 au Québec.

Si la tendance actuelle se poursuit, cependant, le nombre d'ingénieurs sur le marché devrait connaître une hausse de 5000 seulement, passant ainsi de 102 000 à 107 000, ce qui représente une pénurie de quelque 21 000 ingénieurs à la fin de la décennie.

D'UN POSTE À L'AUTRE

Le 4 mai dernier, M. **Roland Doré** a quitté son poste de président de l'École polytechnique de Montréal pour accéder à celui de directeur de l'**Agence spatiale canadienne**. M. Doré succède à M. Larkin Kerwin, qui vient de prendre sa retraite.

Par ailleurs, M^me^ **Paule Leduc** dirigera dès le 1^er^ juillet 1992 le **Conseil des arts du Canada**, un organisme auquel vient d'être fusionné le Conseil de recherches en sciences humaines, qu'elle présidait jusqu'alors.

Pour connaître l'actualité de la
RECHERCHE SCIENTIFIQUE EN SANTÉ / SÉCURITÉ DU TRAVAIL
▼
notre **PÉRIODIQUE**



▼
Parmi nos **THÈMES**

Sécurité des machines
•
Organisation du travail
•
Analyses ergonomiques des tâches
•
Maux de dos
•
Qualité de l'air
•
Bruit et vibrations
•
Équipements de protection

Pour votre **ABONNEMENT GRATUIT**
notre **COUPON**
▼

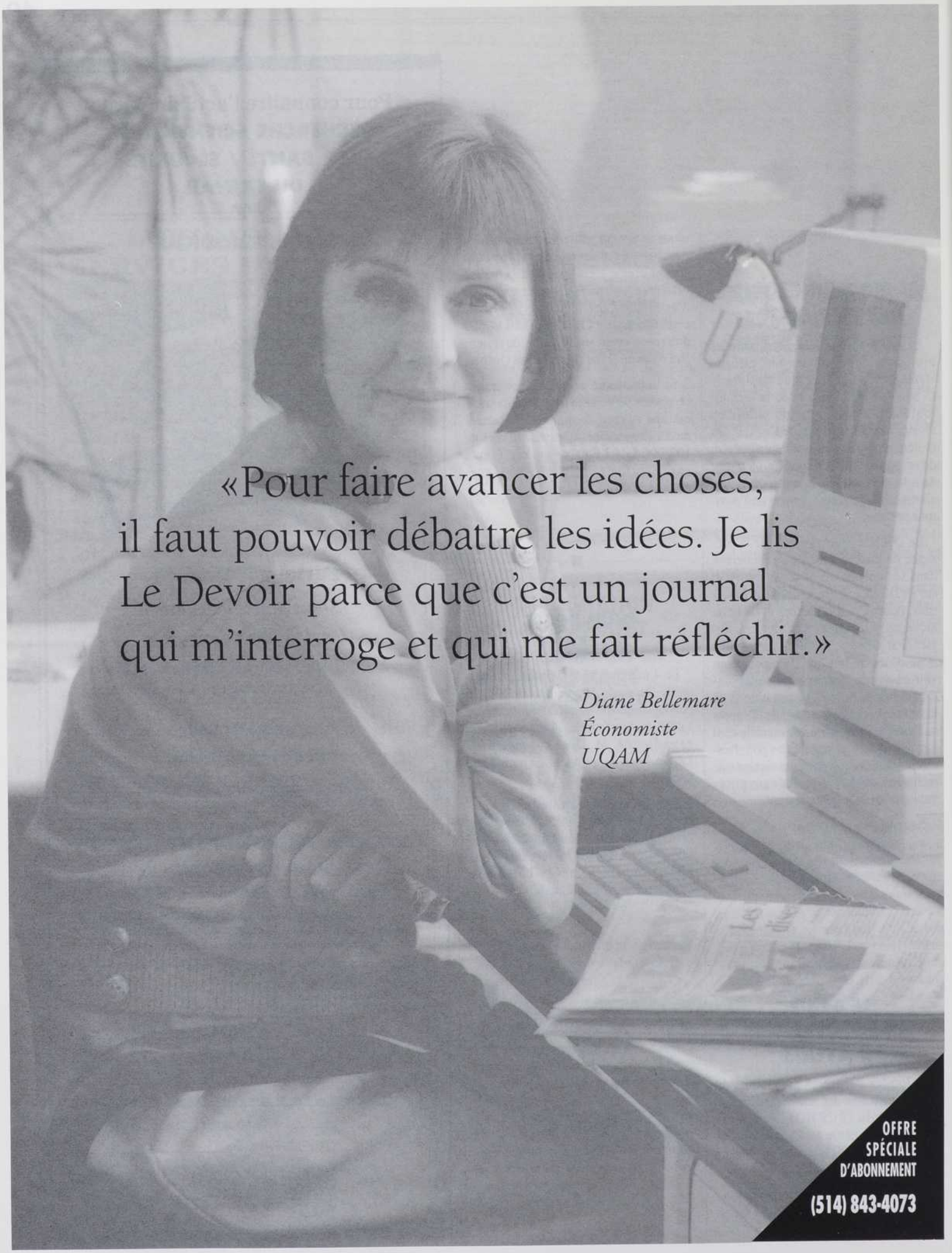
Si vous désirez être informé des recherches menées ou financées par l'Institut, abonnez-vous au périodique l'IRSST, publié trois fois par année, en remplissant le coupon ci-joint et en le retournant à :

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

INTERFACE '92

Nom_____
Fonction_____
Organisme_____
Adresse_____
Ville_____ Province_____
Code postal_____ Téléphone_____

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


«Pour faire avancer les choses,
il faut pouvoir débattre les idées. Je lis
Le Devoir parce que c'est un journal
qui m'interroge et qui me fait réfléchir.»
Diane Bellemare
Économiste
UQAM
OFFRE
SPÉCIALE
D'ABONNEMENT
(514) 843-4073

SOURCES

PAR MICHÈLE BLAIS

LINGUISTIQUE, LANGUE ET LITTÉRATURE

LA PAROLE EN PUBLIC
SAVOIR ÊTRE, SAVOIR FAIRE
Sous la direction de Jacques Vermette et Richard Cloutier
Presses de l'Université Laval
1992, 208 pages, 24,95 $
ISBN 2-7637-7285-4

LE SOUCI DE LA LANGUE
MANUELS SCOLAIRES ET ENSEIGNEMENT DU FRANÇAIS
André Turmel
Conseil de la langue française du Québec
1991, 156 pages, gratuit
ISBN 2-550-20720-3

CAMÉSCOPE
Groupe Communication Canada - Édition
en collaboration avec le Secrétariat d'État
1992, 55 pages, 8,95 $
ISBN 0-660-56506-4



PASSIONS DU POÉTIQUE
Joseph Bonenfant
Collection «Essais littéraires»
L'Hexagone
1992, 232 pages, 19,95 $
ISBN 2-89006-426-3

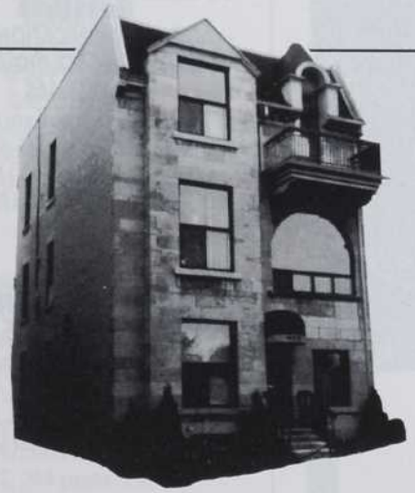
LE SINGULIER PLURIEL
André Brochu
Collection «Essais littéraires»
L'Hexagone
1992, 232 pages, 19,95 $
ISBN 2-89006-427-1

VOCABULAIRE DU MAGNÉTOSCOPE ET DU CAMÉSCOPE
Comité de terminologie de l'audio-vidéo
Office de la langue française
1992, 60 pages, 9,95 $
ISBN 2-551-14833-2

LANGUE ET LITTÉRATURE AU QUÉBEC 1895-1914
L'IMPACT DE LA SITUATION LINGUISTIQUE SUR LA FORMATION DU CHAMP LITTÉRAIRE
Marie-Andrée Beaudet
Collection «Essais littéraires»
L'Hexagone
1991, 221 pages, 22,95 $
ISBN 2-89006-428-X

VOCABULAIRE INTERNATIONAL ILLUSTRÉ DE LA DACTYLOSCOPIE ANGLAIS-FRANÇAIS
Sous la direction de
Jean Lambert/Gendarmerie royale du Canada
Groupe Communication Canada - Édition
1992, 532 pages, 59,95 $
ISBN 0-660-56381-9

LES TRAVAUX ET LES JOURS D'HONORÉ DE BALZAC
CHRONOLOGIE DE LA CRÉATION BALZACIENNE
Stéphane Vachon
Presses de l'Université de Montréal
Presses universitaires de Vincennes
Presses du CNRS
1992, 336 pages, 42 $
ISBN CRNS 2-87682-069-2
ISBN PUV 2-903981-77-9
ISBN PUM 2-7606-1581-2



L'ACFAS DÉMÉNAGE...

À PARTIR DU 25 MAI 1992,
L'ACFAS SERA DANS DE NOUVEAUX LOCAUX:

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

Acfas

L'Association d'études canadiennes organise dans le décor unique de Gray Rocks un congrès sur le thème du

«Discours théorique dans la communauté intellectuelle canadienne»

du 25 au 27 septembre 1992
(Saint-Jovite, Québec) dans les Laurentides

Ce congrès a pour objectif de faire le point sur l'état du discours théorique au Canada au début des années 1990.

Présentations par les auteures canadiennes Daphne Marlatt et Louky Bersianik. Une trentaine de séances sont organisées où seront notamment abordés les thèmes suivants : les études canadiennes, le discours théorique chez les intellectuels canadiens, le cinéma, l'espace symbolique, les perspectives critiques disciplinaires: études urbaines et rurales, philosophie et littérature, la théorie des produits de base («Staple Theory»), réalité sociale et discours théorique, État et société, théorie politique et sociologique, analyse du concept de pluralité, analyse des rôles sexuels, théorie littéraire, éthique et religion, arts, études autochtones, etc.
Plus de 60 communications par des universitaires canadiens et étrangers seront présentées. Également au programme : une soirée «art et performance».
Le congrès sera précédé d'une réunion des administrateurs/ administratrices de programmes d'études canadiennes.

Pour tout renseignement concernant l'inscription au congrès et l'hébergement, ou pour obtenir un exemplaire du programme, prière de communiquer avec:

Susan Hoeltken, Association d'études canadiennes
C.P. 8888, Succ. A Montréal, Québec H3C 3P8
(514) 987-7784 fax: (514) 987-8210

Ce congrès est rendu possible grâce à la
Fondation de la famille J.W. McConnell

ADMINISTRATION ET ÉDUCATION



ADMINISTRATION SCOLAIRE ET EFFICACITÉ DANS LES ORGANISATIONS
Luc Brunet, André Brassard et Lise Corriveau
Éditions Agence d'Arc
1991, 190 pages, 29,96 $
ISBN 2-89022-261-6



ÉCOLE ET SOCIÉTÉS
Yves Bertrand et Paul Valois
Collection «Éducation»
Éditions Agence d'Arc
1992, 272 pages, 29,96 $
ISBN 2-89022-293-4

POUR UN ENSEIGNEMENT STRATÉGIQUE
L'APPORT DE LA PSYCHOLOGIE COGNITIVE
Jacques Tardif
Éditions logiques inc.
1992, 480 pages, 34,95 $
ISBN 2-89381-060-8

LES RELATIONS DE TRAVAIL AU QUÉBEC
Jean Gérin-Lajoie
Gaëtan Morin éditeur
1992, 375 pages, 44 $
ISBN 2-89105-423-7

SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

LE PHILOSOPHE ET LE DÉNI DU POLITIQUE
MARX, HENRY, PLATON
Serge Cantin
Presses de l'Université Laval
1992, 306 pages, 32 $
ISBN 7637-7272-2

RATIONALITÉ, COMMUNICATION, MODERNITÉ
AGIR COMMUNICATIONNEL ET PHILOSOPHIE POLITIQUE CHEZ HABERMAS
Sous la direction de Koula Mellos
Presses de l'Université d'Ottawa
1991, 128 pages, 15 $
ISBN 2-7603-0348-9

LE TRAVAIL, LA SANTÉ...
PORTRAITS EN MILIEU DE TRAVAIL
Louise E. Arsenault
Éditions Agence d'Arc
1992, 435 pages, 48,15 $
ISBN 2-89022-277-2



L'INTELLIGENCE DE L'ANIMAL
Jacques Vauclair
Éditions du Seuil
1992, 241 pages, 32,95 $
ISBN 2-02-013291-5

LE VIEILLISSEMENT DÉMOGRAPHIQUE ET LES PERSONNES ÂGÉES AU QUÉBEC
Hervé Gauthier et Louis Duchesne
Collection «Statistiques démographiques»
Publications du Québec
1992, 297 pages, 29,95 $
ISBN 2-551-14907-X

EXPERTS ARTIFICIELS MACHINES INTELLIGENTES ET SAVOIR SOCIAL
Harry M. Collins
Éditions du Seuil
1992, 320 pages, 39,95 $
ISBN 2-02-014751-3

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DU MANAGER OUTILLAGE DE RÉALISATION ET CAS D'APPLICATION
Rolland Hurtubise
Éditions Agence d'Arc
1992, 262 pages, 38 $
ISBN 2-89022-307-8

DES TECHNOLOGIES POUR DEMAIN BIOTECHNOLOGIES, FUSION NUCLÉAIRE, LASER, SUPRACONDUCTEURS
Sous la direction de Gérard Jorland
Collection «Points», série Sciences
Éditions du Seuil
1992, 264 pages, 13,95 $
ISBN 2-02-013641-4

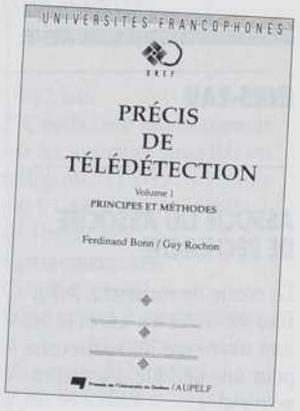
DIVERS

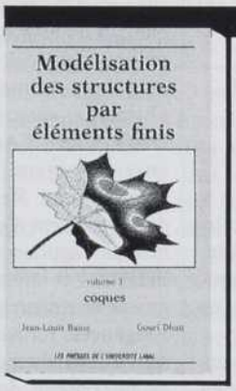
NOTIONS DE GÉOLOGIE 3e ÉDITION REVUE ET AUGMENTÉE
Bruno Landry et Michel Mercier
Modulo
1992, 565 pages, 40 $
ISBN 2-89113-256-4

MONTRÉAL: TABLEAUX D'UN ESPACE EN TRANSFORMATION
Sous la direction de Frank W. Remiggi
Collection «Les cahiers scientifiques», n° 76
Association canadienne-française pour l'avancement des sciences
1992, 500 pages, 21 $
ISBN 2-89245-108-6

REGISTRES ET FICHIERS GÉNÉTIQUES: ENJEUX SCIENTIFIQUES ET NORMATIFS SOUS LA DIRECTION DE CLAUDE M. LABERGE ET BARTHA MARIA KNOPPERS
Collection «Les cahiers scientifiques», n° 77
Association canadienne-française pour l'avancement des sciences
1992, 182 pages, 15 $
ISBN 2-89245-110-8

PRÉCIS DE TÉLÉDÉTECTION VOLUME 1. PRINCIPES ET MÉTHODES
Ferdinand Bonn et Guy Rochon
Presses de l'Université du Québec/AUPELF
1992, 512 pages, 45 $
ISBN 2-7605-0613-4





VOL. 3
VIENT DE PARAÎTRE

DES LIVRES À DÉCOUVRIR...

Jean-Louis BATOZ et Gouri DHATT

Modélisation des structures par éléments finis

Volume 1: *Solides élastiques*
(xviii-458 pages, **42$**)

Volume 2: *Poutres et plaques*
(xxii-484 pages, **49$**)

Volume 3: *Coques*
(xxvi-566 pages, **52$**)

Dans le volume 3, les auteurs étudient les coques de révolution et les coques de formes quelconques, isotropes et composites. Les résultats théoriques sous forme matricielle et divers modèles éléments finis complètent l'ouvrage.

Cité universitaire
Sainte-Foy, Québec
Canada G1K 7P4
Tél. (418) **656 5106**
Téléc. (418) 656 3476

En vente chez votre libraire ou chez l'éditeur

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

CHERCHEURS RECHERCHÉS

PAR JOCELYNE THIBAULT

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



INRS-EAU

ASSOCIÉ OU ASSOCIÉE DE RECHERCHE

Le centre de recherche INRS-Eau cherche un associé ou une associée de recherche pour une période d'un an renouvelable.

Fonctions: la personne se joindra à un groupe de chercheurs dans le domaine de la biogéochimie des métaux traces. Elle travaillera en particulier sur l'étude, à une échelle fine, de processus physicochimiques qui se passent près de l'interface sédiment-eau en milieu lacustre.

Exigences: doctorat en chimie avec spécialisation en électrochimie-voltamétrie. Expérience pertinente dans la fabrication de microélectrodes et leur utilisation dans le milieu aquatique, ainsi que dans le domaine de la spécialisation des métaux traces. La personne recherchée devra démontrer qu'elle a de bonnes aptitudes pour la recherche dans le milieu aquatique.

Traitement: selon le protocole des associés de recherche de l'INRS, pouvant varier entre 42 400 $ et 52 800 $, selon l'expérience et la formation.

Date d'entrée en fonction: entre le 1er juillet et le 1er décembre 1992

Les personnes intéressées sont priées de faire parvenir leur curriculum vitae et des lettres de recommandation **avant la mi-juin**, à:
André Tessier
INRS-Eau
C.P. 7500
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4C7

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

DÉPARTEMENT DE DIDACTIQUE

PROFESSEURS, PROFESSEURES

Le Département de didactique de la Faculté des sciences de l'éducation cherche deux professeures régulières ou professeurs réguliers à plein temps en didactique des mathématiques (1) et en didactique du français langue d'enseignement en milieu pluriethnique (1).

Fonctions: enseignement aux trois cycles, recherches dans le domaine du poste et encadrement d'étudiants de grades supérieurs. Pour le poste de français, l'encadrement pourra également s'appliquer à la langue seconde.

Exigences: doctorat dans le domaine du poste ou dans un domaine connexe, connaissance de l'enseignement des mathématiques ou du français langue d'enseignement en milieu pluriethnique, capacité d'assumer des enseignements universitaires et d'entreprendre un programme de recherches dans le domaine. L'expérience de l'enseignement est un atout.

Traitement: selon la convention collective

Date d'entrée en fonction: à partir de juin 1992

Les personnes intéressées doivent déposer leur curriculum vitae, une lettre précisant leur intérêt et leur compétence, trois lettres de recommandation envoyées directement au département par les répondants, **avant le 1er juin 1992**, au:
Bureau du directeur
Département de didactique
Université de Montréal
C.P. 6128, succursale A
Montréal (Québec)
H3C 3J7

FACULTÉ DES SCIENCES INFIRMIERES

PROFESSEURES, PROFESSEURS

La Faculté des sciences infirmières sollicite des candidatures pour deux postes de professeures ou de professeurs en sciences infirmières.

Fonctions: enseignement aux trois cycles universitaires en soins infirmiers, en santé communautaire et en soins aux adultes, recherche, supervision d'étudiants de maîtrise et de doctorat.

Exigences: maîtrise en sciences infirmières et doctorat, de préférence en sciences infirmières. L'expérience en enseignement universitaire et en recherche est un atout.

Traitement: selon la convention collective

Date d'entrée en fonction: 1er juillet 1993

Prière de faire parvenir le curriculum vitae, **avant le 1er juillet 1992**, à:
Marie-France Thibaudeau
Doyenne
Faculté des sciences infirmières
Université de Montréal
C.P. 6128, succursale A
Montréal (Québec)
H3C 3J7

ÉCOLE DE DESIGN INDUSTRIEL

PROFESSEURE, PROFESSEUR

L'École de design industriel de la Faculté de l'aménagement est à la recherche d'une professeure régulière ou d'un professeur régulier en design industriel avec spécialisation en dessin et infographie ainsi qu'en conception et étude d'impacts de projets assistés par ordinateur avec accent CAO-FAO.

Fonctions: enseignement spécialisé théorique et pratique aux 1er et 2e cycles, avec utilisation de logiciels performants graphiques de types «bitmap», vectoriel, objet, DAO, CAO, FAO dans un environnement micro-informatique. Recherche et développement d'outils informatiques appliqués en design industriel et intégration à un groupe de recherche en CAO.

Exigences: formation en design industriel ou dans un domaine connexe, doctorat dans un domaine pertinent, ou maîtrise avec au moins 5 années d'expérience pertinente.

Traitement: selon la convention collective

Date d'entrée en fonction: 1er septembre 1992

Faire parvenir votre curriculum vitae, **avant le 30 juin 1992**, à:
Albert Leclerc
Directeur
École de design industriel
Université de Montréal
C.P. 6128, succursale A
Montréal (Québec)
H3C 3J7

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

PROFESSEURE, PROFESSEUR

Le Département de physique de l'Université de Montréal cherche une professeure adjointe ou un professeur adjoint, agrégé, agrégée ou titulaire en mécanique des fluides pour oeuvrer au Centre de recherche en calcul appliqué. Le CERCA a été récemment créé par quatre universités montréalaises pour favoriser les échanges entre chercheurs universitaires et industriels; il regroupe des spécialistes de l'aérodynamique, du transport de la chaleur, de l'astrophysique, de la chimie, de la météorologie et de l'océanographie.

Fonctions: recherche et enseignement en mécanique des fluides avec applications à l'astrophysique stellaire et/ou en simulation numérique de la turbulence et de la convection avec applications au transport des particules.

Exigences: Ph.D. dans un domaine pertinent, dossier étoffé de recherche dans les disciplines du CERCA, familiarité avec les méthodes numériques modernes utilisées en aérodynamique.

Traitement: selon la convention collective

Date d'entrée en fonction: 1er septembre 1992

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae et trois lettres de recommandation (envoyées directement) **avant le 31 juillet 1992**, à:
Jean-Robert Derome
Directeur
Département de physique
Université de Montréal
C.P. 6128, succursale A
Montréal (Québec)
H3C 3J7

À SUIVRE

PAR JOCELYNE THIBAULT

MAI

19-20 mai
Les femmes francophones en milieu minoritaire au Canada: état de la recherche, colloque organisé conjointement par l'Institut franco-ontarien et Com-Femmes, à l'Université Laurentienne, à Sudbury.
Renseignements:
Lise Tardif
Université Laurentienne
(705) 675-1151, poste 3399

20 mai
2e Colloque de zootechnie, organisé par le Département de zootechnie et le Bureau de l'extension de l'Université Laval ainsi que l'Association québécoise d'agronomes en zootechnie, à l'Hôtel des gouverneurs, à Sainte-Foy.
Renseignements:
Bureau de l'extension
Université Laval
(418) 656-6599

20-23 mai
110e Assemblée générale annuelle, «Système de valeurs et fonctions éducatives», de la Société royale du Canada, dont le colloque de l'Académie des lettres et des sciences humaines, le 22 mai: «**Les valeurs des jeunes à la porte des universités**», à l'Université Carleton, à Ottawa.
Renseignements:
Thérèse Gauthier
(613) 991-6993

21-23 mai
Colloque international sur les soins de santé primaires 1992. Conférences et ateliers organisés par la Faculté de sciences infirmières à l'Université de Montréal.
Renseignements:
Faculté des sciences infirmières
(514) 343-6436

24-26 mai
Congrès canadien de l'éducation en ingénierie: «Ingénierie et société», organisé par la Faculté des sciences et de génie à l'Université Laval, à Québec.
Renseignements:
Jules Thibault
(418) 656-2443

24-27 mai
Congrès Collèges Célébrations 92, organisé conjointement par l'Association des collèges communautaires du Canada et l'Association québécoise de pédagogie collégiale, au Palais des congrès de Montréal.
Renseignements:
Congrès Collèges
Célébrations 92
Tél.: (514) 332-3000, poste 284
Téléc.: (514) 332-0527

26-29 mai
Congrès annuel de la Société canadienne de génie civil: «L'ingénierie des ponts», Symposium sur les matériaux et 2e Congrès biannuel sur l'environnement, organisés par la Société canadienne de génie civil, au Château Frontenac, à Québec.
Renseignements:
Guy Lapointe
Ministère des Transports du Québec
(418) 643-6740

28 mai
Réglementation en biotechnologie, dans le cadre de la série de petits déjeuners-causeries organisée par le Centre d'initiative technologique (CITEC) à l'hôtel Delta, à Montréal.
Renseignements:
Linda Perron
CITEC
(514) 744-7312

29 mai
Colloque sur la fibrose kystique: «La découverte du gène: qu'est-ce que cela change?», organisé par le Centre interuniversitaire de recherches sur les populations (SOREP), à l'hôtel Holiday Inn Crowne Plaza, à Montréal.
Renseignements:
SOREP
(418) 545-5517

30 mai
La crise chronique de l'édition savante au Canada, dans le cadre du congrès annuel de l'Association d'études canadiennes à l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard, à Charlottetown.
Renseignements:
Secrétariat de l'AEC
(514) 987-7784

31 mai-1er juin
3e Conférence nationale sur la bibliographie canadienne: réalisations, défis, perspectives, dans le cadre du congrès annuel de l'Association d'études canadiennes à l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard, à Charlottetown.
Renseignements:
Secrétariat de l'AEC
(514) 987-7784

31 mai-3 juin
Colloque international sur le tourisme et l'environnement, organisé par Fleuves et planète, à l'hôtel Le Reine Élizabeth, à Montréal.
Renseignements:
Fleuves et planète
(514) 283-9202

JUIN

1er-4 juin
Bio-Reconnaissance. Conférence internationale sur les biotechnologies industrielles, organisée par le Conseil national de recherches du Canada ainsi qu'Industrie, Sciences et Technologie Canada, au Centre Sheraton, à Montréal.
Renseignements:
Doris Ruest
CNRC
(613) 993-9009

4-5 juin
Protection des plantes par la manipulation des interactions hôte-parasite-environnement, symposium organisé dans le cadre de la 84e Réunion annuelle de la Société de protection des plantes du Québec, au Manoir du lac Delage, à Québec.
Renseignements:
Louis Bernier
Université Laval
(418) 656-7655 ou 656-5085

8-12 juin
Météorologie et océanographie à la mésoéchelle, colloque organisé par la Société canadienne de météorologie et d'océanographie, à l'Université Laval, à Québec.
Renseignements:
Richard Leduc
Ministère de l'Environnement
(418) 643-7880

8-9 juin
9e Colloque technique sur les déversements de produits chimiques, organisé par Environnement Canada à l'hôtel Westin à Edmonton (Alberta).
Renseignements:
Susan Clarke
Protection de l'environnement
(819) 953-5227

10-12 juin
2e Conférence internationale sur les systèmes tutoriels intelligents: ITS-92, organisée par l'Université de Montréal, à l'Université.
Renseignements:
Claude Frasson
Département d'informatique et recherche opérationnelle
Université de Montréal
(514) 343-7019

10-12 juin
15e Colloque technique du Programme de lutte contre les déversements d'hydrocarbures en mer et dans l'Arctique, organisé par Environnement Canada à l'hôtel Westin à Edmonton (Alberta).
Renseignements:
Susan Clarke
Protection de l'environnement
(819) 953-5227

13-18 juin
Électrotech 92. Congrès international des électrotechnologies, organisé conjointement par le Comité canadien des électrotechnologies et l'Union internationale d'électrothermie, à l'hôtel Reine Élizabeth, à Montréal.
Renseignements:
Secrétariat du congrès
Électrotech 92
(514) 875-2341

Les nouvelles avenues technologiques passent par le carrefour de l'excellence, le CRIM

(Centre de recherche informatique de Montréal)

Le CRIM se consacre à des activités de recherche et développement de haut niveau portant sur le développement de technologies informatiques de pointe, assure le transfert des connaissances vers les utilisateurs de façon à hausser leur niveau de compétitivité et leur apport au développement économique, et il contribue à la formation d'une main-d'oeuvre hautement qualifiée en informatique aux 2e et 3e cycles universitaires.

Le CRIM regroupe plus de 50 universités et entreprises québécoises actives dans le domaine de l'informatique. Il compte 70 employés dont plusieurs chercheurs de renommée mondiale. Afin de faciliter le transfert de connaissances, le CRIM a établi des liens avec différents centres de recherche et universités autant sur la scène canadienne qu'internationale(notamment en Allemagne, en France, aux États-Unis). Le CRIM constitue avant tout un lieu unique de collaboration universités-entreprises et offre un réseau de contacts privilégiés en R-D dans le domaine de l'informatique.

Ses domaines d'intervention sont les suivants:

- systèmes à base de connaissances
- compréhension de la parole et interprétation des signaux
- génie logiciel et Centre de génie logiciel appliqué
- architectures parallèles
- informatique des processus industriels et vision artificielle
- téléinformatique et réseaux
- environnements informatisés de formation et interfaces personne-système

Prenez la bonne direction, contactez le CRIM ...

Centre de recherche informatique de Montréal
Tél.: (514) 340-5700 Téléc.: (514) 340-5777
Québec, Canada.

CRIM

15 juin
Journée internationale sur le développement local et le développement social, organisée par l'École de service social et la Faculté des sciences sociales, à l'Université Laval, à Québec.
Renseignements:
Micheline Gravel
Faculté des sciences sociales
Tél.: (418) 656-2832
Téléc.: (418) 656-2114

15-17 juin
Symposium canadien d'hydrologie 92: «L'hydrologie: sa contribution au développement durable», organisé par un comité associé d'hydrologie, à l'hôtel Holiday Inn, à Winnipeg.
Renseignements:
Dale R. Kimmett
Environnement Canada
(819) 997-1508

JUILLET

7-10 juillet
5e Conférence internationale de recherche sur l'habitat: «À la croisée des chemins», organisée par le Comité de recherche (43) Logement et cadre bâti (AIS), à l'Université du Québec à Montréal.
Renseignements:
Marc H. Choko
Secrétariat CIRH
INRS-Urbanisation
(514) 499-4056

12-17 juillet
2e Congrès mondial sur la violence et la coexistence humaine, organisé par l'Association internationale d'échanges scientifiques sur la violence et la coexistence humaine, au Palais des congrès, à Montréal.
Renseignements:
Venant Cauchy
Département de philosophie
Université de Montréal
(514) 343-6468

AOÛT

3-7 août
Séminaire Paul Tillich, organisé par le Groupe de recherche Paul Tillich de la Faculté de théologie, à l'Université Laval, à Québec.
Renseignements:
Jean Richard
(418) 656-2789

9-14 août
15e Congrès international des linguistes: «Les langues menacées» et «Approches théoriques en linguistique contemporaine», organisé par le Comité international permanent des linguistes, à l'Université Laval, à Québec.
Renseignements:
André Crochetière
Secrétariat CIL-92
(418) 656-2625

16-23 août
7e Congrès international sur l'enseignement des mathématiques, organisé par la Commission internationale de l'enseignement mathématique sous la responsabilité du Comité national canadien d'ICME-7, à l'Université Laval, à Québec.
Renseignements:
Congrès ICME-7
(418) 656-7592

LES CAHIERS DE L'ACFAS

Dernières parutions

Les cahiers scientifiques

60. Le paradoxe de la gestion universitaire: pour une nouvelle problématique

61. Consultations publiques et stratégies de planification

63. Une démocratie technologique?

64. Colloque sur la fabrication automatisée

65. Territoires et minorités: de l'Amérique française au lac Meech

66. Bioéthique, méthodes et fondements

67. La pensée économique au Québec français

68. Génétique et éthique: identification et thérapie des maladies génétiques

69. L'Utilisation du processus d'apparition du handicap: approche conceptuelle dans la recherche

70. «Sexe faible» ou travail ardu? Recherches sur la santé et la sécurité des travailleuses

71. L'Actualité de la recherche en lecture

72. Iconographie et image de la Révolution française

73. Les avenues de la science politique: théories, paradigmes et scientificité

74. La paix comme projet de justice

75. Droits - Liberté - Démocratie

76. Montréal: Tableaux d'un espace en transformation

77. Registres et fichiers génétiques: enjeux scientifiques et normatifs



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

Renseignements:

acfas

Acfas
2730, Chemin de la Côte-Ste-Catherine, Montréal (Québec) H3T 1B7
Téléphone: (514) 342-1411 Télécopieur: (514) 342-9552

Performance technologique

...parce que la concurrence n'attend pas!

La concurrence internationale est de plus en plus vive. Le progrès de l'entreprise passe par le développement et l'intégration de nouvelles technologies.

Il existe des programmes et des services gouvernementaux sur lesquels votre entreprise peut s'appuyer pour prendre un élan technologique et améliorer sa compétitivité.

Nous mettons des mesures d'aide concrètes à votre portée.

Des **aides financières** et des **services-conseils** vous sont offerts pour :

- mettre au point une stratégie de développement technologique;
- moderniser et automatiser vos activités de production;
- réaliser des transferts de technologie;
- faire de la recherche et développement pour créer de nouveaux produits et procédés;
- améliorer les compétences techniques de vos ressources humaines.

Prêt à l'action? On peut vous appuyer.

Renseignez-vous auprès :
- des directions régionales du MICT
- de la Direction des transferts et de la diffusion technologiques, (514) 982-3020

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie
Direction générale de la technologie

Québec

SEPTEMBRE

6-12 septembre
Symposium sur les banques de pollen et les ressources génétiques, dans le cadre du 8e Congrès international de palynologie, à Aix-en-Provence, en France.
Renseignements:
Stéphan Mercier
Ministère des Forêts
(418) 643-7994 ou 646-2477

14-15 septembre
La formation professionnelle: perspectives internationales, colloque international organisé par le Département des relations industrielles de l'Université Laval en collaboration avec le Gouvernement du Québec et le Bureau international du travail, à l'hôtel Loews Le Concorde, à Québec.
Renseignements:
Gilles Laflamme
Département des relations industrielles
Université Laval
(418) 656-2793

22-24 septembre
2e Colloque international Enseignement supérieur de la chimie dans les langues internationales d'origine latine: «Les chimistes de langues latines face au défi de l'enseignement de la chimie du futur», organisé par les sociétés chimiques des pays de langues internationales d'origine latine et les réseaux interuniversitaires francophones de chimistes, à Malaga, en Espagne.
Renseignements:
Maurice Gomel
Service enseignements supérieurs-didactique de la chimie
Laboratoire de chimie XIII
Faculté des sciences
40, avenue du Recteur Pineau
86022 Poitiers cédex, France

25-27 septembre
Discours théorique dans la communauté intellectuelle canadienne, congrès organisé par l'Association d'études canadiennes, à Saint-Jovite.
Renseignements:
Susan Hoeltken
Association d'études canadiennes
(514) 987-7784

28 septembre-2 octobre
1re Conférence internationale sur l'intégration de l'Afrique de l'Ouest, organisée conjointement par le Gouvernement du Sénégal, la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest et le Centre de recherches pour le développement international, à Dakar, au Sénégal.
Renseignements:
Boubacar Barry
Coordonnateur scientifique
S/C CRDI
C.P. 11007 CD Annexe
Dakar, Sénégal
Tél.: (221) 24 09 20
Téléc.: (221) 25 32 55



INRS

LA FORCE DE LA SCIENCE

L'INRS, c'est la force de plus de 400 personnes impliquées dans la recherche de pointe.

L'INRS, c'est la force d'un réseau de sept centres de recherche orientés dans des domaines de haute priorité scientifique et technologique:

- Eau
- Énergie et Matériaux
- Géoressources
- Océanologie
- Santé
- Télécommunications
- Urbanisation

L'INRS, c'est aussi un partenaire dynamique qui favorise la multidisciplinarité des équipes de recherche et le développement d'ententes de collaboration afin d'apporter des réponses concrètes aux besoins de la société.

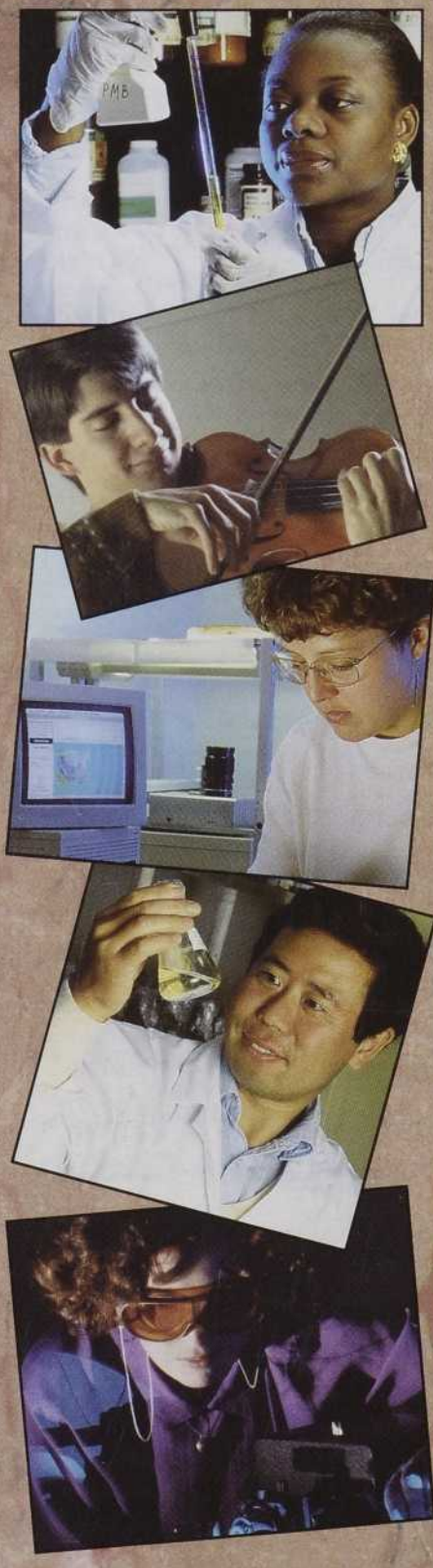
Renseignements:

Téléphone: Québec (418) 654-2500

Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

UNIVERSITÉ LAVAL

UN PARTENAIRE POUR VOTRE AVENIR



Programmes de maîtrise et de doctorat

Activité physique (sciences de l')		■	▲
Administration (sciences de l')	●	■	▲
Administration et politique scolaires		■	▲
Aménagement du territoire et développement régional		■	
Analyse des politiques		■	
Anglais		■	▲
Animation des groupes restreints	●		
Anthropologie		■	▲
Archéologie classique		■	▲
Architecture		■	
Arts et traditions populaires		■	▲
Biochimie (sciences)		■	▲
Biologie		■	▲
Biologie cellulaire et moléculaire (médecine)		■	▲
Biologie végétale		■	▲
Chimie		■	▲
Communication publique		■	
Développement rural intégré	●		
Didactique	●	■	▲
Droit		■	▲
Droit notarial	●		
Économie rurale		■	
Économique		■	▲
Espagnol		■	▲
Études anciennes		■	▲
Français		■	▲
Français, langue seconde		■	
Génie chimique		■	▲
Génie civil		■	▲
Génie électrique		■	▲
Génie industriel	●		
Génie mécanique		■	▲
Génie rural		■	
Géographie		■	▲
Géologie		■	▲
Histoire		■	▲
Histoire de l'art		■	
Informatique		■	

Linguistique		■	▲
Mathématiques		■	▲
Médecine expérimentale		■	▲
Mesure et évaluation		■	▲
Microbiologie		■	▲
Microbiologie agricole		■	▲
Microbiologie-immunologie (médecine)		■	▲
Mines et métallurgie		■	▲
Muséologie	●		
Musique		■	▲
Neurobiologie		■	▲
Nutrition		■	▲
Pédagogie universitaire des sciences de la santé		■	
Pharmacie		■	▲
Pharmacie d'hôpital		■	
Philosophie		■	▲
Physiologie (endocrinologie)		■	▲
Physique		■	▲
Psychologie		■	▲
Psychopédagogie	●	■	▲
Relations industrielles		■	▲
Relations internationales		■	
Santé au travail	●		
Santé communautaire		■	
Science politique		■	▲
Science de l'orientation		■	▲
Sciences du bois		■	▲
Sciences et technologie des aliments		■	▲
Sciences forestières		■	▲
Sciences géodésiques		■	▲
Sciences humaines de la religion		■	
Sciences infirmières	●	■	
Service social		■	▲
Sociologie		■	▲
Sols		■	▲
Technologie de l'enseignement		■	▲
Terminologie et traduction		■	
Théologie	●	■	▲
Zootechnie		■	▲

Diplôme, 2e cycle ● Maîtrise ■ Doctorat ▲

COUPON-RÉPONSE

INT. 92

Veuillez me faire parvenir

☐ Des renseignements sur le programme de : maîtrise en _____ doctorat en _____

☐ Des renseignements sur les sujets suivants : _____

☐ Des renseignements sur les programmes d'aide financière. ☐ Un formulaire de demande d'admission.

Nom _____

Adresse _____

_____ Code postal _____

Retourner à :
Bureau du registraire, Division des communications, Pavillon Jean-Charles-Bonenfant, Université Laval, Québec, G1K 7P4