

RENFORCER LE QUÉBEC
comme PÔLE D'INNOVATION grâce aux SCIENCES NATURELLES et au GÉNIE

FAIRE DU CAPITAL HUMAIN HAUTEMENT QUALIFIÉ
NOTRE CHEVAL DE BATAILLE

CONSEIL CONSULTATIF
DU
FONDS QUÉBÉCOIS DE LA RECHERCHE
SUR LA NATURE ET LES TECHNOLOGIES

Novembre 2003

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
MANDAT ET COMPOSITION DU CONSEIL CONSULTATIF.....	3
1. LES SCIENCES NATURELLES ET LE GÉNIE, FER DE LANCE DE L'INNOVATION ET DU DÉVELOPPEMENT DE NOTRE SOCIÉTÉ.....	4
2. LE CAPITAL HUMAIN, L'ENJEU MAJEUR DU XXI ^e SIÈCLE.....	9
3. UN IMPÉRATIF : RENFORCER LA POSITION DU QUÉBEC COMME PÔLE D'INNOVATION AU SEIN DU CANADA	17
4. CONCLUSION	25
5. BIBLIOGRAPHIE	28

MANDAT ET COMPOSITION DU CONSEIL CONSULTATIF

Le conseil consultatif a pour rôle d'éclairer le conseil d'administration du Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies sur toute question majeure relative à l'exercice de sa mission, dans la perspective d'accroître la pertinence et l'impact des actions du Fonds au regard des grands défis auxquels sera confrontée la société québécoise.

Le conseil consultatif doit également permettre une meilleure ouverture sur ce qui se passe au plan international, tant en ce qui a trait aux diverses politiques de développement des sciences et technologies des pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) que des grands enjeux de celles-ci.

De façon plus spécifique, le mandat du conseil consultatif est de fournir au conseil d'administration des avis sur les orientations stratégiques, sur de nouvelles actions à mettre en œuvre et sur des modes fructueux d'interaction avec les milieux socio-économiques et en particulier les milieux industriels.

Membres externes

Monsieur Marcel Messier
Vice-Président
Bell Emergis (LUBE)
Président du conseil consultatif

Monsieur Patrick Champagne
Vice-Président de l'Ingénierie
CMC Electronics

Monsieur Richard Couture
Vice-président Recherche
LASSONDE INC.

Monsieur Richard Fredette
Vice-Président Planification et Prospection
Société générale de financement

Monsieur Roger Lanoue
Vice-président Recherche et Planification
stratégique
Hydro-Québec

Madame Monique Lefebvre
Administratrice de sociétés

Monsieur Jean-Claude Mercier
Vice-président Division de l'Est
Forintek Canada Corporation

Monsieur Robert L. Papineau
Directeur général
École Polytechnique

Monsieur Marcel Thibault
Président-directeur général
CONSOLTEX INC.

Membres du conseil d'administration

Madame Sylvie Dillard
Présidente-directrice générale
Fonds Nature et Technologies
Présidente du conseil d'administration

Monsieur Claude Hillaire-Marcel
Professeur, GÉOTOP
UQAM
Vice-président du conseil d'administration

Madame Danielle Rivard
Directrice générale
Novalait inc.
Membre du conseil d'administration

Membre de la direction du Fonds

Monsieur Guy Provost
Vice-président exécutif et
directeur des programmes
Fonds Nature et Technologies

Secrétaire du conseil

Madame Michèle Lapointe
Secrétaire du Fonds et
adjointe à la présidente-directrice générale
Fonds Nature et Technologies

1. LES SCIENCES NATURELLES ET LE GÉNIE, FER DE LANCE DE L'INNOVATION ET DU DÉVELOPPEMENT DE NOTRE SOCIÉTÉ

Le vaste domaine des sciences naturelles et du génie est prolifique et porteur de progrès pour nos sociétés. Il regroupe un ensemble de disciplines dont les applications, qui touchent plusieurs aspects de nos activités quotidiennes, ont un impact majeur sur l'amélioration du niveau de vie des gens.

Les sciences naturelles et génie (SNG)

Des disciplines scientifiques		
Mathématiques, informatique, physique, chimie, biologie, génie mécanique, génie civil, génie chimique, métallurgie, génie électrique et électronique, géologie, foresterie		
À la qualité de vie du citoyen		
Technologies	Développement durable	Santé
Radio, télévision, ordinateur, téléphone, Internet, électroménager, bureautique, laser, transport (auto, train, avion, bateau), systèmes de sécurité, infrastructures civiles (routes, ports, barrages, centrales), plastique, fabrication, machinerie, production, fibres textiles, chauffage et climatisation, micro et nanotechnologies, robotique	Éclairage, énergie (électricité, gaz, pétrole), eau en quantité, environnement, nourriture abondante, matières premières (bois, pétrole, métaux, béton), forêts, mines	Médicaments, instruments de diagnostic et de contrôle, transducteurs, imagerie, scanner, prothèses, laser, implants, eau et nourriture saines, instruments et équipements chirurgicaux

1.1 Les sciences naturelles et le génie, à la base des grands acquis de la vie moderne

En moins d'un demi-siècle, les avancées majeures en matière de science et de technologie ont transformé notre économie de façon substantielle et entraîné des répercussions considérables sur notre vie individuelle et sociale.

Dans les années 50 et même 60, l'économie québécoise reposait principalement sur l'exploitation des ressources. Or, en ce début de millénaire, soit une quarantaine d'années plus tard, **le virage vers la nouvelle économie, dite aussi économie du savoir, est bien engagé** grâce à des secteurs moteurs comme les technologies de l'information, l'industrie aérospatiale et l'industrie pharmaceutique, mais grâce aussi à l'apport des biotechnologies, des technologies du développement durable ou encore de créneaux en émergence comme celui des nanotechnologies.

Une révolution tranquille qui nous a fait faire du chemin

En fait, la « Révolution tranquille » des années 60 préfigurait cette ère de développements scientifiques et technologiques sans précédent que nous allons connaître 15 ou 20 ans plus tard. Déjà, les innovateurs étaient à l'œuvre. Ainsi, à la fin des années 50, Joseph-Armand Bombardier lance cette innovation, le ski-doo, qui devint rapidement le produit vedette de l'entreprise. Une innovation qui a changé non seulement la vie du petit village de Valcourt, mais aussi celle de nombreux québécois. Le ski-doo allait attirer à son créateur une renommée mondiale et donner naissance à l'une des plus grandes entreprises du Québec, et même du Canada, Bombardier, une entreprise diversifiée aujourd'hui reconnue à l'échelle internationale.

Mais c'est sans doute les projets de **développement hydro-électriques**, d'abord celui de Manic V, et quelques années plus tard, celui encore plus ambitieux de la Baie-James, qui **ont marqué une période décisive pour l'avenir du génie québécois**. Les défis relevés tant pour la réalisation des projets hydro-électriques que pour le transport de cette énergie (première ligne de 735 000 volts en 1965) constituent un point tournant qui propulse le génie québécois dans les ligues majeures. Cela a donné naissance à des entreprises québécoises de grande envergure dans le domaine du génie, que l'on pense seulement à SNC-Lavalin.

Parmi **les hauts faits qui ont contribué à bâtir notre potentiel industriel en haute technologie**, notamment en robotique, soulignons **le développement du bras spatial canadien** ou Canadarm. Construit par Spar Aérospatiale pour l'Agence spatiale canadienne et lancé pour la première fois en 1981, le bras est devenu un élément clé des navettes spatiales américaines. Même si cette réalisation est présentée comme un symbole des prouesses technologiques canadiennes, il n'en reste pas moins que l'expertise québécoise y a largement contribué. C'est notamment le cas dans le secteur de l'électronique où la performance d'une entreprise comme CAE électronique a constitué un apport remarquable à la réussite du projet. Cette innovation aura également permis de développer ici une pointe d'excellence en aérospatiale. Le bras spatial a depuis connu d'importantes retombées industrielles, que l'on parle de la vente de composantes robotiques au Japon et à l'Europe, de la vente de simulateurs ou encore du développement de systèmes robotiques pour l'industrie nucléaire. Le succès du bras a, par ailleurs, pavé la voie à la conception du Système d'entretien mobile, aussi d'avant-garde que l'a été le bras, qui servira à assembler et à entretenir la Station spatiale internationale.

Au début des années 80, on assiste aussi au **début de la révolution informatique**. Celle-ci commence, au Québec, par la mise en place, dans le système bancaire, des désormais « indispensables » guichets automatiques qui permettent aux usagers d'effectuer diverses opérations bancaires sans l'aide de caissiers. **Les technologies de l'information** et l'effet d'entraînement qu'elles ont provoqué dans les différents secteurs d'activité sont en quelque sorte **le symbole de cette arrivée en force de l'économie du savoir** qui a rapidement changé la donne et fait place à de nouvelles façons de travailler et de faire des affaires. Même nos façons de vivre sont aujourd'hui largement influencées par les nouveaux dictats de l'ère électronique et d'Internet. La transformation en profondeur qui s'est opérée dans toute la société a ouvert de nouvelles portes sur l'avenir et a donné accès à un champ des possibles inexploré jusqu'ici.

1.2 Les sciences naturelles et le génie, fondement des innovations récentes

Les sciences naturelles et le génie sont en fait à la base d'avancées technologiques remarquables, et ce, dans une foule de domaines. Rappelons que des 25 secteurs identifiés comme stratégiques dans la Politique québécoise de la science et de l'innovation, 15 se rapportent aux SNG.

Voici quelques exemples d'innovations québécoises récentes issues des SNG :

- ♦ À Vaudreuil, des chèvres modifiées génétiquement synthétisent de la toile d'araignée dans leur lait. Nexia Biotechnologies, à l'origine de cette prouesse, en extrait **un fil biodégradable, plus résistant que le Kevlar ou l'acier**. Il est possible de produire, en quantité industrielle, ce biomatériau à haut rendement qui n'était pas disponible jusqu'à maintenant.
- ♦ **Un procédé à base de micro-organismes permet de décontaminer les sols pollués**. Breveté sous le nom de biopile, ce procédé développé à Biogénie, de Sainte-Foy, en fait une entreprise qui se classe parmi les meilleures au monde dans ce domaine.
- ♦ À l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, on utilise maintenant un robot permettant d'opérer à travers des ouvertures encore plus petites que la laparotomie et d'effectuer des chirurgies délicates au cœur ou au cerveau. Grâce aux recherches en cours, des **nanorobots** permettront même, d'ici quelques années, de relâcher des médicaments à des endroits précis du corps. Par ailleurs, la robotique a permis à Victhom, une entreprise de Saint-Augustin, en banlieue de Québec, de mettre au point une jambe bionique qui représente une avancée importante dans ce domaine.
- ♦ La **super batterie québécoise au lithium-métal-polymère**, conçue et commercialisée par Hydro-Québec, est destinée en premier lieu à l'industrie des télécommunications. Mais elle équipera également un premier contingent de voitures électriques pour usage urbain qui permettra une amélioration sensible du transport en commun dans les grandes villes.

Et la liste pourrait s'allonger, par exemple, en géomatique, en optique-photonique, en matériaux de pointe.

L'effervescence de l'innovation à l'échelle mondiale dans le domaine des sciences naturelles et du génie est en train de façonner notre avenir, l'avenir de toute la planète. Le panorama des innovations qui vont changer notre vie demain se dessine déjà sous nos yeux dans **des secteurs aussi variés que les nanotechnologies, la réalité virtuelle, la robotique de pointe ou les biopuces**.

1.3 Un apport essentiel au développement économique

La croissance économique, la création d'emplois et la qualité de vie d'une société dépendent fortement, maintenant plus que jamais, d'une aptitude collective à innover et à partager le savoir. Or, **la compétitivité et la capacité à innover reposent en très grande partie sur la qualité de la main d'œuvre disponible ainsi que sur le volume de R-D**. Cela est plus particulièrement le cas dans **le secteur des sciences naturelles et du génie** qui constitue le **moteur du développement technologique et industriel**. La R-D et l'innovation d'aujourd'hui, ce sont les emplois de demain.

Le portrait du Québec en matière de recherche et d'innovation

Le portrait du Québec est enviable à maints égards. Il se positionne avantageusement dans plusieurs secteurs technologiques à haute valeur ajoutée, que l'on pense seulement aux secteurs de l'optique-photonique, de la pharmaceutique ou de l'aérospatiale. Il se démarque également, aux plans tant national qu'international, quant à sa contribution en R-D.

Selon le dernier palmarès *Research Infosource* établi par **Research Money**, publié à la fin de juin 2003, **24 entreprises dont le siège social est au Québec font partie du top 100 des entreprises canadiennes qui ont investi le plus d'argent en R-D durant leur dernier exercice financier (2002)**.

Mais si le Québec a effectué un rattrapage remarquable en matière de R-D industrielle depuis les dix dernières années, **il lui reste cependant beaucoup de travail à faire pour être en mesure de relever avec succès les défis d'une économie de l'innovation et du savoir !**

Les grandes lignes du portrait : les deux facettes d'une même médaille

Le portrait se présente en fait sous la forme d'une médaille avec ses deux facettes. **La première**, qui reflète la progression et les acquis des 20 dernières années, montre que nous disposons d'une **base solide et d'un grand potentiel**.

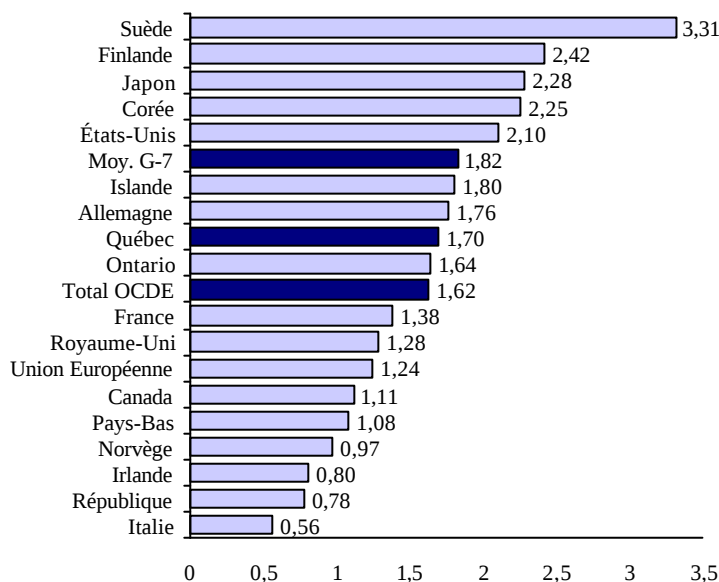
- ♦ **Le nombre d'entreprises québécoises actives en R-D connaît une croissance presque ininterrompue depuis la fin des années 80.** La moitié d'entre elles se situent dans le secteur de la fabrication (Ministère du Développement économique et régional, 2003).
- ♦ **Quelques secteurs industriels se démarquent pour leur effort global en R-D :** l'aérospatiale, la pharmaceutique, le matériel de communication et les bureaux de consultants en génie conseil sont tous fortement alimentés par les sciences naturelles et le génie.
- ♦ Depuis une vingtaine d'années, **les entreprises à forte intensité de savoir ont été responsables de près de 60 % de la création nette d'emplois** (Conseil de la science et de la technologie, 1998). En 2000, les entreprises québécoises employaient 31 621 personnes dans la R-D industrielle, ce qui représente un peu plus du tiers du total canadien (Statistique Canada, 2002).
- ♦ **Le poids du Québec dans la dépense industrielle de R-D au Canada est de 27,5 %**, une proportion qui dépasse l'importance de sa population (24,1 %) ou de son économie (21,5 %). Avec un peu plus de 4000 entreprises en RD, le Québec comptait, en 2000, pour 41 % de l'ensemble canadien et dépassait même l'Ontario (Ministère du Développement économique et régional, 2003).
- ♦ **Les entreprises à forte intensité technologique jouent un rôle moteur** dans la croissance du PIB, des exportations et de l'emploi :
 - en 1996, elles comptent pour **13,6 % des entreprises** et leur production pour **20 % du PIB** (Bureau de la statistique du Québec, 1997);
 - de 1991 à 2000, les exportations de ce groupe d'entreprises ont augmenté à un taux annuel moyen de 13 %. Cette croissance est plus rapide que celle du PIB qui était de 4,2 % (Institut de la statistique du Québec, 2002a);
 - en 2000, **la part des entreprises de haute technologie** dans les exportations manufacturières (32,2 %) **a dépassé pour la première fois celle des entreprises de faible technologie**, principalement exportatrices de matière première (29,8 %) (Institut de la statistique du Québec, 2002a);
 - depuis 10 ans, **l'accroissement du personnel hautement qualifié s'est fait surtout dans les domaines reliés aux sciences naturelles et appliquées**. Les emplois hautement qualifiés dans ce domaine ont connu une croissance de 73 %, soit la plus forte de tous les autres secteurs d'emploi (Centre d'étude sur l'emploi et la technologie, 2001).

Cependant, l'envers de la médaille révèle un certain nombre de **faiblesses qui hypothèquent notre développement et freinent notre adaptation aux besoins de la société du savoir**.

- ♦ **Plus de 70 % des entreprises québécoises sont encore à faible et moyenne technicité** (Bureau de la statistique du Québec, 1997). Elles investissent peu en technologies de pointe ainsi qu'en matériel et outillage comparativement aux entreprises des pays de l'OCDE.

- À la fin des années 90, le **taux d'adoption des technologies de pointe au Québec** s'élevait à 72 %, soit au troisième rang **derrière l'Ontario (81 %) et l'Alberta (80 %)**. En proportion du produit intérieur brut (PIB), les investissements en outillage et en machinerie faits par les entreprises plaçaient le Québec en queue de peloton, soit au 20^e rang sur 22 pays qui compose l'OCDE. Avec un taux de 9 % en 2000, cela est plus faible que l'Ontario (9,1 %) et nettement inférieur aux États-Unis (10,5 %) et au Japon (12,9 %), qui font tous trois partie des marchés les plus convoités de l'industrie québécoise (Ministère du Développement économique et régional, 2003).
- Le rattrapage enregistré au cours des 10 dernières années a réduit sensiblement l'écart avec les pays les plus industrialisés. En 2001, si **la dépense en R-D des entreprises par rapport au PIB** est légèrement supérieure à la moyenne des pays de l'OCDE, **elle reste cependant inférieure à celle des pays du G-7**. Par surcroît, des pays comme la Suède et la Finlande dépassent encore largement le Québec.

Dépense intérieure de R-D en entreprises en pourcentage du PIB, 2001, Québec, G7 et principaux pays de l'OCDE



Source : OCDE, 2003; Ministère du Développement économique et régional, compilation spéciale.

- La proportion des **PME qui font de la R-D est très bas**. Au Québec, la grande partie de la R-D industrielle est concentrée dans un nombre restreint d'entreprises. En fait, les deux tiers des dépenses en R-D se font dans 50 entreprises sur les 4 034 actives en R-D (Institut de la statistique du Québec, 2003a).
- **En matière de valorisation, les universités québécoises** étaient en 1999 au premier rang pour les redevances, en raison principalement de la percée d'un groupe de chercheurs de l'Université de Sherbrooke. Cependant, elles avaient **une performance inférieure à leur poids** (29,2 %) dans la recherche au Canada. Elles ne détenaient que 17 % des brevets, 21 % des rapports d'invention, 22 % des licences actives et 9 % des entreprises dérivées (Statistique Canada, 2000).

2. LE CAPITAL HUMAIN, L'ENJEU MAJEUR DU XXI^e SIÈCLE

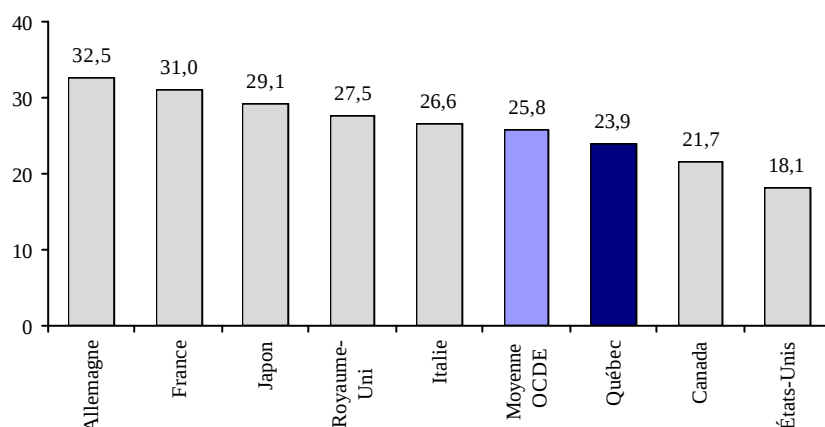
Une société fondée sur le savoir et la connaissance ne peut exister sans la disponibilité du personnel scientifique et technique de haut niveau. Le **capital intellectuel et humain** devient le **nerf de la guerre dans la course à l'innovation**. C'est **la principale force qui soutient une économie de la connaissance**. Or, tout indique que le Québec a une bonne côte à remonter s'il veut rester dans la course et s'assurer d'une place dans le concert des nations les plus avancées.

2.1 Le personnel hautement qualifié, crucial pour l'innovation et les investissements étrangers

La formation de chercheurs et de personnel hautement qualifié constitue la principale contribution de la recherche universitaire en SNG à l'innovation. La proportion des diplômés universitaires en sciences pures et appliquées reflète en partie la capacité d'un État à former du personnel de haut calibre, en mesure d'innover, et à assurer le renouvellement des effectifs de recherche.

- En 2000, près du **quart (24 %)** des diplômes décernés par les universités québécoises l'étaient **dans les sciences pures et appliquées** (Ministère du Développement économique et régional, 2003);
- Dans l'ensemble, cette performance se situe néanmoins **en-dessous de la moyenne des pays de l'OCDE (25,8 %), laquelle est en-deçà de celle de cinq pays du G-7**.

Diplômes universitaires décernés en sciences pures et appliquées, pays du G7, moyenne des pays de l'OCDE et Québec, 2000
(en pourcentage du total)



Source : Ministère du Développement économique et régional, 2003.

- Or, la **disponibilité d'un bassin suffisant de personnel qualifié et de centres de recherche de haut calibre est essentielle** pour permettre à une région de développer des pôles scientifiques et technologiques, d'attirer des entreprises étrangères et d'améliorer sa position compétitive à l'échelle nord-américaine. C'est précisément ce que fait ressortir un récent document de l'OCDE en indiquant que **les entreprises multinationales ont de plus en plus tendance à implanter leurs sites de R-D à proximité des centres de compétences scientifiques et techniques**. La R-D serait concentrée régionalement sous l'effet de regroupements d'entreprises de haute technologie ou à proximité de grandes universités et de laboratoires publics (OCDE, 2003).

MONTRÉAL, UN DES GRANDS PÔLES TECHNOLOGIQUES EN AMÉRIQUE DU NORD

Au cours des dernières années, l'économie de la région de Montréal s'est transformée pour faire une place croissante aux secteurs technologiques basés sur l'économie de la connaissance. La région montréalaise est maintenant reconnue comme l'un des grands pôles technologiques en Amérique du Nord. Selon le rapport de Montréal Technovision sur les indicateurs de performance, Montréal occupe une place de choix parmi les 14 métropoles technologiques d'Amérique du Nord :

- ♦ 14^e rang pour la population;
- ♦ 10^e rang pour l'emploi technologique;
- ♦ 9^e pour les technologies de l'information;
- ♦ 8^e en biopharmaceutique;
- ♦ 5^e pour l'industrie aérospatiale.

Prenons l'exemple de MDS Pharma, récemment installée à Montréal. Cette entreprise, qui embauche 1200 employés dont 400 chimistes, doit composer avec un taux de roulement de 10 % par an. Elle a donc besoin de 40 nouveaux chimistes par année alors qu'à peine 250 sortent des universités québécoises. Il y a de bonnes chances pour que d'autres entreprises à venir dans ce domaine aillent s'installer ailleurs, en France ou à Philadelphie...

Selon la firme E&B Data qui recense les projets d'investissements, près des 2/3 des investissements industriels annoncés dans la région, en 2000-2002, provenaient de sociétés étrangères. La ventilation sectorielle de ces données révèle que les secteurs des technologies de l'information, des télécommunications, du biomédical et de l'aérospatiale comptaient parmi ceux qui attiraient le plus d'investissements étrangers, en termes de valeur et du nombre de projets. Plusieurs chefs de file mondiaux des secteurs de la haute technologie ont choisi de s'établir à Montréal :

- ♦ dans le secteur de l'aérospatiale, on peut penser à Pratt & Withney, à Honeywell Aérospatiale ou à Bell Helicopter Textron;
- ♦ dans le secteur des technologies de l'information, mentionnons Oracle, CAE Électronique ou Cognicase;
- ♦ dans le secteur des télécommunications, signalons Nortel Networks ou Recherche Ericsson Canada.

En outre, le Québec accueille six des sept centres de recherche d'entreprises pharmaceutiques multinationales présentes au Canada. Les sociétés étrangères établies à Montréal sont responsables du quart de l'emploi dans les quatre secteurs de haute technologie :

- ♦ 58,7 % dans le biopharmaceutique;
- ♦ 25,9 % dans l'aérospatiale;
- ♦ 21 % dans les technologies de l'information;
- ♦ 14,6 % dans les télécommunications.

La région de Montréal est l'une des rares à pouvoir compter sur la présence de trois grappes industrielles stratégiques (« clusters ») liées à la haute technologie de niveau mondial. Selon «The Economist Intelligence Unit », la formation de ces grappes attire de plus en plus l'attention des investisseurs potentiels, surtout au niveau des pôles urbains. Chez les décideurs, cela constituerait même un nouveau critère pour la localisation de leurs activités. La région métropolitaine est également bien placée par rapport aux nouvelles filières émergentes qui seront déterminantes pour l'avenir, que l'on pense aux nanotechnologies, aux nouveaux matériaux et aux technologies liées au développement durable et aux changements climatiques.

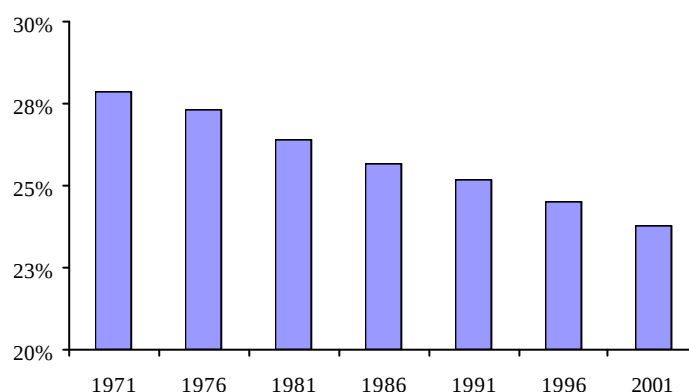
2.2 Le Québec n'est pas en position de force

Au cours des prochaines années, on peut s'attendre à une véritable bataille mondiale pour le personnel hautement qualifié en général, et dans le domaine des sciences naturelles et du génie en particulier. Au Canada, il faudra, selon Industrie Canada, quelque 180 000 chercheurs, scientifiques et ingénieurs pour que la R-D atteigne la cible de 3 % du PIB d'ici 2010. **Et le Québec n'est pas en position de force, car le bassin des vocations n'y est pas très élevé.**

Certains phénomènes socio-démographiques ou conjoncturels contribuent en effet à tarir ce bassin et rendent la **situation actuelle critique**, voire même inquiétante, à moyen terme, pour la position du Québec :

- ♦ **La baisse démographique est en voie de réduire le bassin potentiel de relève** dans la majorité des pays occidentaux. Et comme le phénomène de vieillissement de la population est plus rapide au Québec qu'ailleurs au Canada, force est d'admettre qu'au mieux la situation ne sera pas plus rose.

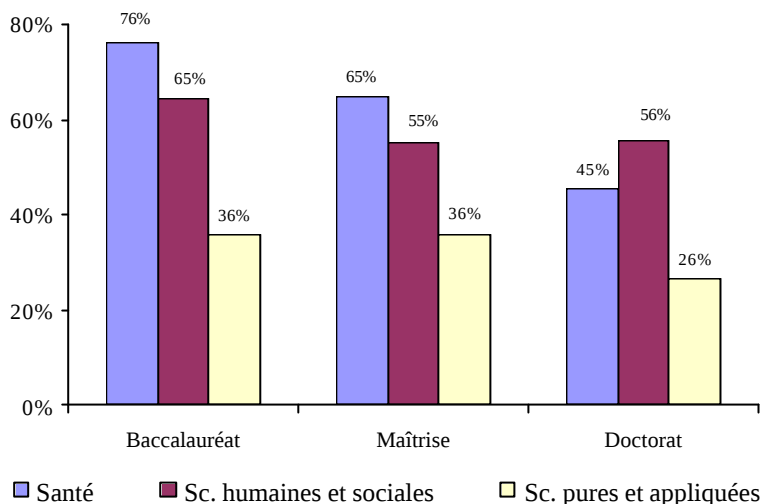
Population du Québec dans l'ensemble du Canada, 1971-2001



Source : Institut de la statistique du Québec, 2002b.

- ♦ Si de façon générale, la baisse démographique ne s'est pas encore fait sentir sur le nombre d'inscriptions à l'université comme en témoigne l'augmentation des six dernières années (Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec, 2003), **l'évolution récente des inscriptions au collégial** (Institut de la statistique du Québec, 2003b) **laisse entrevoir une situation inquiétante à moyen terme.**
- ♦ **Les femmes sont les principales responsables de l'accroissement des inscriptions universitaires. Cependant, elles démontrent un intérêt moindre pour les sciences naturelles et le génie**, en dépit des progrès accomplis jusqu'à maintenant (Ministère de l'Éducation du Québec, 2003a). **En sciences pures et appliquées, les diplômées sont toujours moins nombreuses à la maîtrise (36 %) et au doctorat (26 %) que leurs collègues masculins.** La présence des femmes est encore plus faible dans les disciplines liées au génie et aux sciences appliquées. C'est le secteur des sciences de la vie qui a surtout leur faveur et qui les attire davantage.

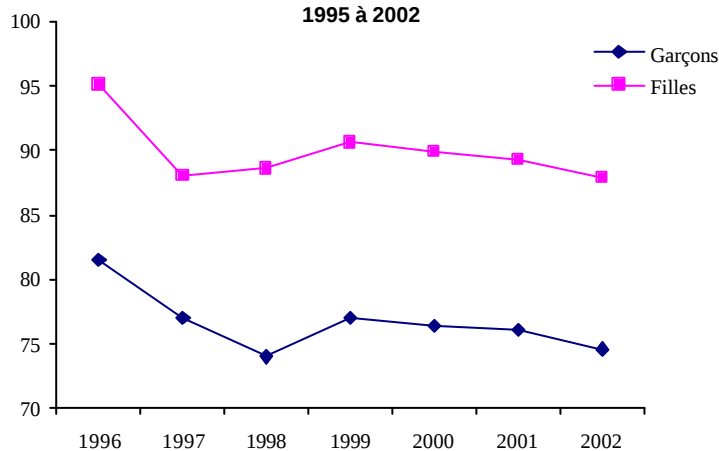
Taux de féminité des diplômés au baccalauréat, à la maîtrise et au doctorat selon le domaine d'études, Québec, 2000



Source: MEQ, RECU; compilation Fonds Nature et Technologies.

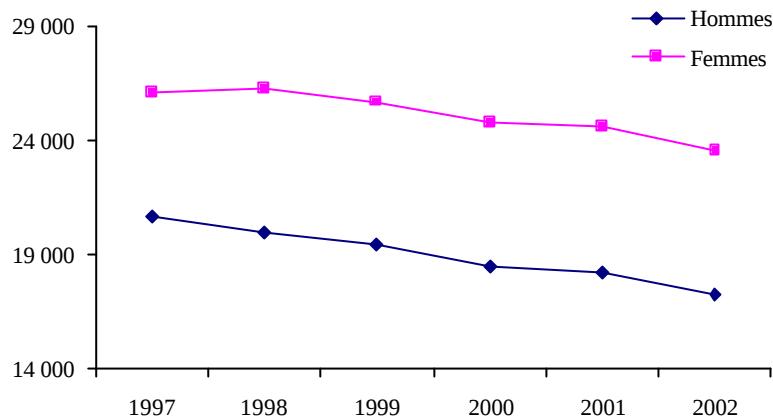
- Les hommes sont traditionnellement plus intéressés aux carrières en sciences et génie mais réussissent moins bien que les femmes tout au long du parcours scolaire.** Cette situation est très préoccupante pour la relève en SNG, car la faiblesse des taux de réussite des jeunes hommes au secondaire et la diminution des inscriptions au collégial vient aggraver le phénomène démographique. Cette baisse chez les hommes est **particulièrement significative pour le secteur des sciences appliquées**, puisqu'il s'agit du premier choix d'études de ces diplômés lors de la formation pré-universitaire (28,4 %), et elle **n'est pas compensée par une présence accrue des femmes dans ce secteur**. Elles demeurent en effet moins intéressées par ce domaine d'études qu'elles choisissent en 5^e lieu (8,2 %) (Ministère de l'Éducation du Québec, 2003a).

Taux d'obtention d'un premier diplôme secondaire des secteurs jeunes et adultes, selon le sexe 1995 à 2002



Source : Ministère de l'Éducation, Indicateurs de l'éducation.

Nouvelles inscriptions en enseignement préuniversitaire et technique dans les collèges du Québec, 1997-2002



Source : Institut de la statistique du Québec, 2003c.

- ♦ **La proportion d'étudiants étrangers est très élevée** dans de nombreux laboratoires de recherche en génie. Pour l'ensemble des inscriptions universitaires, la proportion d'étudiants étrangers augmente selon le cycle d'études. Au doctorat, près de 20 % des étudiants ne sont pas citoyens canadiens, ni résidents permanents. En sciences pures et appliquées, ces proportions sont plus élevées et représentent respectivement 24 % et 32 %. (Ministère de l'Éducation du Québec, compilation spéciale). Bon nombre de ces étudiants ne resteront probablement pas au Québec.

Tout se joue en fait autour de **la formation et de la rétention du personnel hautement qualifié**. Selon plusieurs organismes (Conseil de la science et de la technologie, Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec [CREPUQ]), on ne peut faire état actuellement de pénuries généralisées, mais plutôt de difficultés de recrutement dans plusieurs secteurs d'activité. Au moment où **le capital humain se révèle un enjeu crucial et stratégique pour son avenir, le Québec est en fait soumis à une très vive concurrence** :

- ♦ **Le marché de la recherche se globalise et s'agrandit** : les pays déjà actifs en recherche, en particulier les pays de l'OCDE, augmentent leurs activités alors que d'autres pays tentent de se positionner et de mettre en place un système de recherche plus compétitif et plus attrayant pour les scientifiques.
- ♦ **La surenchère pour le personnel qualifié s'accroît en particulier dans les pays développés** : alors que certains pays tentent de garder ou de rapatrier leurs cerveaux (comme le Canada avec son programme des Chaires de recherche), d'autres ont mis au point des dispositifs extrêmement ingénieux pour attirer du personnel hautement qualifié qu'on appelle maintenant à juste titre «travailleurs stratégiques ». Au Canada, et notamment au Québec, le débat sur l'exode des cerveaux refait surface régulièrement. Le Québec n'a pas encore développé de stratégie énergique visant à la fois la mobilité internationale de ses étudiants gradués et leur rétention grâce à des perspectives de carrières intéressantes. Or, l'Ontario et les États-Unis offrent des perspectives de carrière très stimulantes aux nouveaux diplômés du Québec.

- ♦ **Le renouvellement du corps professoral dans toutes les provinces canadiennes et de nombreux pays crée une pression sans précédent sur les ressources humaines hautement qualifiées.** Selon une étude de l'Association canadienne des études supérieures menée en 2001, les universités voudront embaucher 30 000 professeurs-chercheurs au cours des 10 prochaines années, soit le double de l'offre actuelle de Ph.D. au Canada.

Selon Développement des ressources humaines Canada et Emploi-Québec, le nombre de professeurs d'université au Québec n'augmentera que légèrement au cours des prochaines années. Cependant, **cette profession connaît de sérieuses pénuries dans certaines disciplines, tels le génie, l'informatique et la médecine.** Les causes invoquées sont la concurrence avec les universités américaines et le reste du Canada ainsi que la concurrence de l'industrie pour le recrutement de personnel hautement qualifié.

- ♦ **La pression du marché du travail est forte** et fait en sorte que, dans certains secteurs, les candidats sont embauchés avant même d'avoir terminé la scolarité exigée pour enseigner à l'université. Le **marché du travail est particulièrement favorable pour les finissants du premier cycle du secteur des sciences appliquées.** Deux ans après la fin de leurs études, 84 % de ces bacheliers occupaient un emploi et seulement 12 % d'entre eux poursuivaient leurs études. Cette trajectoire se démarque de la situation qui prévaut pour l'ensemble des finissants universitaires dont 20 % ont choisi de poursuivre leurs études (Ministère de l'Éducation du Québec, 2001).
- ♦ Au Québec, même si l'ensemble des inscriptions dans tous les cycles d'études est demeuré relativement stable entre 1995 et 2001, il y a cependant eu une baisse de 2,3 % à la maîtrise et de 5,7 % au doctorat. La tendance à la baisse au doctorat est encore plus accentuée dans les secteurs des sciences pures (10,3 %) et appliquées (17,4 %).

Inscriptions au doctorat dans les universités québécoises en sciences pures et en sciences appliquées, 1995-1996 à 2000-2001

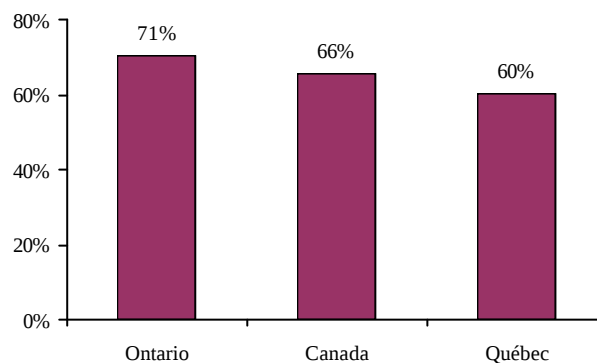
	1995-1996	2000-2001	Variation
Sciences appliquées	1 715	1 417	-17,4%
Sciences pures	1 506	1 351	-10,3%
Tous les domaines	9 177	8 653	-5,7%

Source : Ministère de l'Éducation, RECU; compilation Fonds Nature et Technologies.

- ♦ **La personnel hautement qualifié en entreprise, un maillon très faible :** le personnel hautement qualifié constitue encore une trop mince proportion du personnel de R-D dans les entreprises, **ce qui freine l'innovation.** Ce constat est d'autant plus préoccupant que les entreprises sont appelées à jouer un rôle clé, dans l'avenir, quant à l'intensification des efforts de R-D et à l'augmentation de leur capacité à innover. Les données qui suivent parlent d'elles-mêmes.
 - Parmi l'ensemble du **personnel affecté à la R-D en entreprise au Québec**, les professionnels représentent **60,2 %** de l'effectif alors que ce pourcentage est de **70,6 % en Ontario**. Le Québec se situe donc en bas de la moyenne nationale car, **dans l'ensemble du Canada, cette proportion est de 65,6 %** (Statistique Canada, 2002).

- **Au Québec, le poids des chercheurs en entreprise au Québec (40,8 %) par rapport à la population active est plus bas que celui de l'Ontario (44,7 %) et que la moyenne des pays du G7 (50,7 %) (Ministère du Développement économique et régional, 2003).**
- Il est à noter qu'au **Québec, 82,7 % du personnel professionnel affecté à la RD en entreprise ont un baccalauréat**, 11,3 % une maîtrise et seulement 6 % un doctorat (Institut de la statistique du Québec, 2003d).

Personnel professionnel affecté à la R-D en industrie en proportion de l'ensemble des catégories d'occupation, Québec, Ontario, Canada, 2000



Source : Statistique Canada, 2002.

Ce manque de compétences fait en sorte que la capacité d'absorption des innovations par les entreprises reste relativement faible, obligeant ainsi les universités québécoises à produire plus de «*spin-off*» plutôt que de transférer des technologies à des entreprises existantes qui connaissent le marché.

2.3 Un problème de compétences et de gestion des carrières

Au-delà des préoccupations de nature quantitative, la formation des jeunes québécois en SNG est peut-être avant tout une question de compétences. Car **pour contribuer à bâtir l'économie du XXI^e siècle et pour prendre leur place dans une société de l'innovation**, encore faut-il que nos diplômés soient **bien formés et capables de répondre aux exigences des nouvelles carrières**. D'autant plus que, pour demeurer compétitives et à l'avant-garde dans leur secteur d'activité, **les entreprises du Québec auront besoin d'une main d'œuvre innovante, très qualifiée et fortement connectée sur les réseaux de circulation du savoir.**

Selon le Conseil consultatif des sciences et de la technologie (CCST), il y aurait **une pénurie endémique de personnes possédant non seulement des connaissances, mais également des compétences**. Si jusqu'à maintenant la formation des diplômés de maîtrise satisfait généralement autant les employeurs que les étudiants, il n'en est pas de même au niveau du doctorat.

- Les étudiants autant que les employeurs se plaignent d'un **manque de préparation aux carrières possibles, d'un manque de compétences** (formation trop étroite, manque d'ouverture), d'un manque d'expérience et d'un encadrement de qualité inégale (consultations du Fonds Nature et Technologies).
- Alors que les titulaires de Ph.D. s'orientaient traditionnellement vers des carrières universitaires il y a quelques décennies, **les débouchés se trouvent aujourd'hui majoritairement hors du milieu académique**.
- Cependant, la **formation n'a pas suivi et elle correspond toujours à un marché académique**, entraînant un problème d'adaptation des Ph.D. au milieu du travail.
- Selon les données de la « Relance à l'université » (Ministère de l'Éducation du Québec, 2001), **63 % des personnes titulaires d'un doctorat en SNG travaillent dans un milieu autre que l'université**. Après les universités et les collèges (37 %), c'est le secteur des services professionnels, scientifiques et techniques (34,5 %) qui embauche le plus de ces diplômés suivi de loin par les secteurs de l'administration publique (9,1 %), de la fabrication (8,2 %) et des autres industries (10,9 %) (Ministère de l'Éducation du Québec, 2001; compilation spéciale; compilation du Fonds).
- **Si un peu plus du tiers des titulaires d'un doctorat en SNG occupent un emploi dans un milieu académique**, seulement 15 % d'entre eux occupent un poste de professeur d'université (Ministère de l'Éducation du Québec, 2001).

Plusieurs organismes, entre autres l'Association de la recherche industrielle du Québec (ADRIQ), recommandent de favoriser l'établissement de programmes de formation de 2^e et de 3^e cycles universitaires permettant d'élargir les compétences et de **mieux arrimer les formations aux exigences et aux pratiques de la R-D en milieu industriel**.

Il existe de plus en plus d'expériences probantes qui sont menées en ce sens, notamment en Angleterre (TCS), en France (CIFRE) et en Alberta (Alberta Ingenuity Fund), afin de faciliter et d'appuyer l'insertion des Ph.D. dans les entreprises. Le virage s'amorce donc, lentement mais sûrement.

2.4 La compétition étrangère, une menace émergente et préoccupante

De plus, une **menace sérieuse, issue de la mondialisation, plane sur la position du Québec en haute technologie et sur son personnel hautement qualifié**. Il s'agit d'un phénomène appelé **délocalisation** qui prend la forme d'un **recours à la sous-traitance étrangère par les entreprises des pays développés**. On parle d'une véritable « bombe à retardement » qu'il n'est pas facile de désamorcer.

- Ce phénomène prend de l'ampleur, principalement à cause de l'abolition graduelle des barrières au commerce et de la recherche de l'expertise à bon marché. Plusieurs multinationales, dont IBM, Oracle et Microsoft, pour ne nommer que les plus connues, ont commencé à **mettre à contribution la nuée d'ingénieurs bien formés et bon marché disponibles en Inde, principalement**. La différence entre les coûts de main d'œuvre parle d'elle-même : 60 000 \$ pour un programmeur informatique aux États-Unis comparativement à 5 000 \$ en Inde. Le calcul est vite fait ! Mentionnons que l'Inde produit chaque année deux millions de diplômés universitaires.
- Même si **le Québec a été épargné par ce courant jusqu'à maintenant, ce n'est qu'une question de temps avant que nos employés qualifiés et bien payés en subissent le contrecoup**. La **tendance est impressionnante et mondiale**. Il n'y a pas que l'Inde où il existe

un grand bassin de diplômés parlant bien l'anglais, mais aussi les Philippines et l'Afrique du Sud. Sans compter que la Chine et la Russie comptent également beaucoup de diplômés prêts à travailler pour une bouchée de pain. Les pays européens se tournent eux aussi vers des pays qui regorgent de travailleurs du savoir comme l'Irlande, la Roumanie ou la Bulgarie. La France fait de même avec des pays francophones de l'Afrique du Nord, notamment le Maroc et la Tunisie.

S'il veut s'affirmer et être reconnu comme un pôle d'innovation, le Québec a tout intérêt à faire de la relève en personnel hautement qualifié une priorité, et de l'insertion à l'entreprise de cette relève, un objectif de première importance.

3. UN IMPÉRATIF : RENFORCER LA POSITION DU QUÉBEC COMME PÔLE D'INNOVATION AU SEIN DU CANADA

3.1 La stratégie d'innovation du Canada

Avec sa *Stratégie d'innovation* lancée il y a plus d'un an, **le gouvernement canadien vise à hausser le Canada au 5^e rang mondial pour ce qui est de l'effort global en R-D en pourcentage du PIB**. Cet objectif représente un défi considérable, aux plans tant du personnel hautement qualifié que de l'accroissement de l'effort en R-D industrielle.

- ♦ Depuis 1998, le gouvernement du Canada a déjà mis en place un certain nombre de mesures visant à renforcer la base de recherche universitaire, et à soutenir la formation de chercheurs : la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI), qui gère un budget de 3,6 milliards de dollars dans les grands équipements et installations scientifiques, dont la contribution totale à ce jour s'élève à deux milliards de dollars; le **Programme des chaires de recherche qui vise l'établissement de 2000 chaires de recherche dans les universités canadiennes dont un peu plus de 500 au Québec**. Ces initiatives devraient contribuer à récupérer certains de nos chercheurs émérites, nos «cerveaux», et à attirer d'excellents candidats de l'extérieur du Québec.
- ♦ À la faveur des deux derniers budgets, le gouvernement canadien a également augmenté les budgets des organismes subventionnaires et décidé de verser aux universités une enveloppe pour couvrir les frais indirects occasionnés par les activités de recherche. Il a mis en place le programme de Bourses d'études supérieures du Canada, visant une augmentation de 2000 bourses de maîtrise et de 2000 bourses de doctorat. Il a en outre rajouté deux nouveaux groupes à ses réseaux de centres d'excellence, ce qui porte le total à 20. **Pour cinq d'entre eux, la tête de pont est le Québec, dont le tout nouveau réseau de recherche dans l'Arctique, le Réseau ArticNet**, dirigé par un chercheur de l'Université Laval.
- ♦ Le gouvernement canadien a également fait certains **choix stratégiques** et développé des **initiatives spécifiques** dans les domaines suivants :
 - la sécurité;
 - le développement durable et le renouvellement des sources d'énergie (Protocole de Kyoto);
 - les changements climatiques (Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère);
 - la génomique (Génome Canada).

- ♦ En outre, le gouvernement s'apprête à **mettre en place des filières technologiques et industrielles** dans les différentes régions du Canada, et à mettre l'accent sur des secteurs prometteurs et peu exploités comme les technologies environnementales et les nouvelles technologies de la santé.
- ♦ Enfin, le gouvernement fédéral se donne **comme priorité, pour les prochaines années, de permettre aux PME d'innover et de mieux performer dans la nouvelle économie**. On entend leur fournir les appuis nécessaires allant de la recherche jusqu'à la commercialisation, en passant par la protection de la propriété intellectuelle et le financement. Pour améliorer le potentiel économique des PME, le gouvernement fédéral entend de plus faciliter l'investissement dans les meilleures pratiques technologiques et dans la formation continue.

Pour renforcer sa position comme pôle d'innovation au sein du Canada, le Québec doit s'inscrire activement dans cette stratégie de l'innovation. Certaines des pistes d'action à privilégier sont présentes dans la Politique québécoise de la science et de l'innovation que le nouveau gouvernement a décidé de mettre à jour.

Du point de vue des défis pertinents aux sciences naturelles et au génie, trois orientations doivent être privilégiées, **outre la priorité très claire qui doit être donnée au capital humain : faire de la recherche publique la pierre angulaire de l'innovation; bâtir un leadership de l'innovation au Québec; développer de nouvelles formes de partenariats avec le gouvernement fédéral.**

3.2 Faire de la recherche publique la pierre angulaire de l'innovation

Dans la Politique québécoise de la science et de l'innovation, on peut lire ceci : **«En soi, la recherche en sciences naturelles et en génie revêt une importance particulière dans le contexte actuel, compte tenu de l'évolution et de la diffusion accélérée des innovations technologiques. Aussi s'avère-t-il essentiel de renforcer l'organisation de la recherche dans ce champ particulier et de lui consacrer toute l'attention du FCAR »** (le Fonds FCAR est devenu le Fonds québécois de recherche sur la nature et les technologies).

Actuellement, on mise de plus en plus à l'échelle internationale sur les investissements en recherche orientés vers de la recherche fondamentale de qualité, réellement originale. C'est la **clé de voûte de tout système de recherche et d'innovation qui se veut performant**. Il est d'ailleurs reconnu que **la mise en place de centres de recherche publics de haut niveau**, disposant d'un large rayonnement international, **est essentielle pour asseoir et maintenir un effort de recherche de qualité durable** et, à terme, pour maximiser les retombées de toute nature pour la société.

Le Québec a constamment investi depuis 20 ans dans ces infrastructures de recherche d'excellence. Il figure aujourd'hui en bonne position dans plusieurs domaines de recherche, car il peut compter sur une masse critique de chercheurs qui détiennent une expertise de haut niveau.

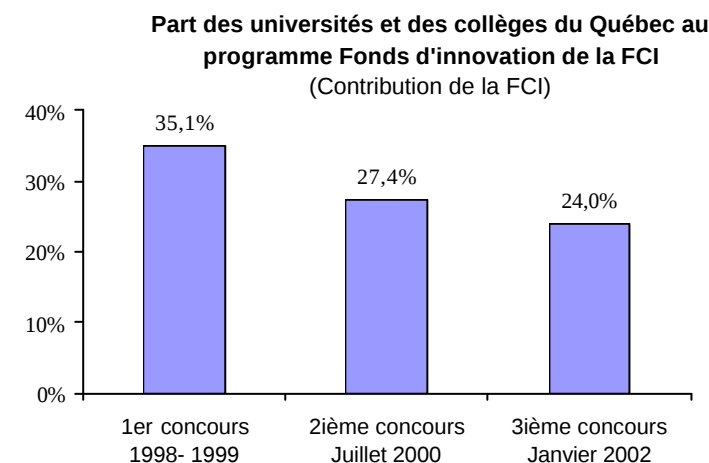
- ♦ Depuis trois ans, le Québec, par l'entremise du Fonds Nature et Technologies, investit pour **soutenir la mise en place des regroupements de chercheurs en SNG et créer ainsi des pôles d'excellence en recherche dans des secteurs prioritaires**, pouvant entraîner des retombées importantes pour le Québec.
- ♦ Jusqu'à maintenant, **25 regroupements stratégiques** ont été subventionnés par le Fonds Nature et Technologies, en partenariat avec les universités et certains partenaires privés, pour un montant totalisant près de **60 millions sur six ans**. Les regroupements de chercheurs ainsi créés sont appelés à jouer un rôle très actif, voire déterminant, dans la formation de personnes hautement qualifiées et dans le transfert des connaissances. Près de 4000 étudiants des trois cycles universitaires sont encadrés par les 779 chercheurs universitaires de ces centres d'excellence et participent activement aux travaux de recherche.

- ♦ Des investissements du Québec et de la FCI dans les infrastructures physiques, qui s'élèvent jusqu'ici à plus de 350 millions pour les chercheurs québécois en SNG, ont permis ces dernières années de **renouveler et de moderniser les équipements de nombreux centres de recherche**.
- ♦ Ces **regroupements stratégiques de chercheurs de haut calibre** dans des centres d'excellence reconnus constituent en outre un **effet de levier important et un tremplin pour se positionner au Canada, aller chercher une part importante des subventions fédérales et exercer un véritable leadership scientifique dans les domaines concernés**. Cependant, cette performance ne peut être obtenue qu'au prix d'un effort soutenu et de longue haleine de ces pôles d'excellence.

Une érosion préoccupante

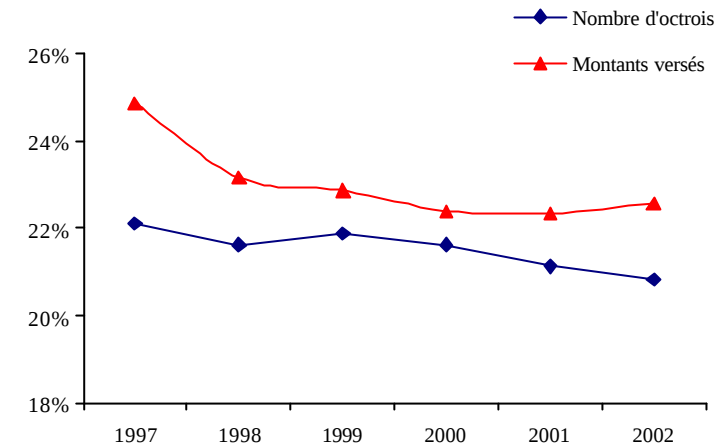
Les données récentes, en ce qui concerne le positionnement des chercheurs en SNG à l'échelle canadienne, tendent à montrer que ces derniers perdent du terrain auprès des organismes fédéraux :

- ♦ Au **premier concours du programme Fonds d'innovation de la Fondation canadienne pour l'innovation (1998-1999), les établissements du Québec avaient fait bonne figure** et obtenu 35 % des sommes consacrées à ce programme. Lors du troisième concours, **en janvier 2002, cette part par rapport à l'ensemble des établissements du Canada a baissé à 24 %**;
- ♦ Si l'on considère maintenant les programmes du Conseil de recherches en sciences et naturelles et en génie du Canada (CRSNG), **la performance des chercheurs et des boursiers du Québec a légèrement diminué depuis la fin des années 90**. Le poids des montants versés à ces derniers dans l'ensemble canadien est passé de 24,9 % à 22,6 % de 1997 à 2002;



Source : FCI

Part des subventions et des bourses obtenues par les chercheurs et boursiers du Québec auprès du CRSNG, 1997 à 2002



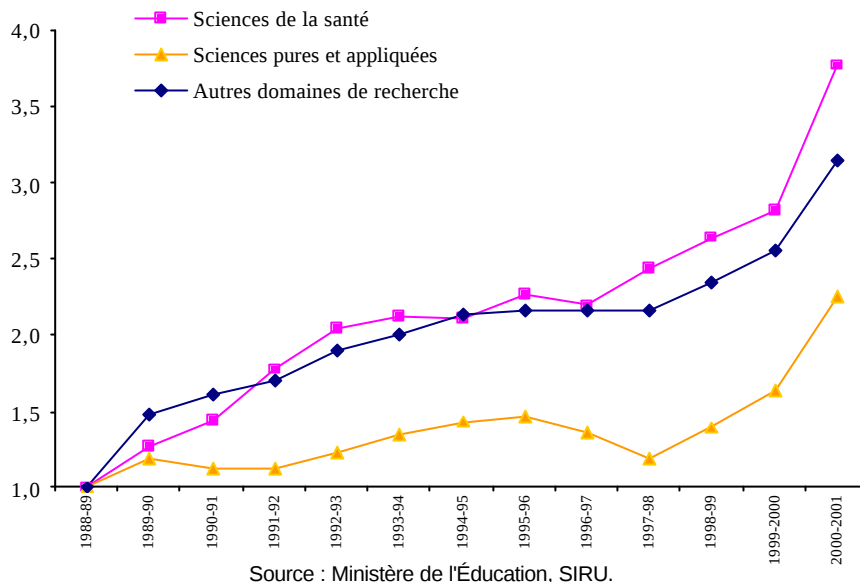
Source : CRSNG

- ♦ Les **autres provinces canadiennes s'organisent** afin d'accroître leur part de subventions des organismes fédéraux et **s'inspirent, pour ce faire, de l'approche québécoise**. Elles ont ainsi mis de l'avant des mesures pour accroître la recherche et l'innovation en sciences naturelles et en génie. C'est le cas, en particulier, du gouvernement albertain qui a créé en 2000 le *Alberta Ingenuity Fund*, une fondation dotée de 500 millions de dollars. Le gouvernement ontarien dispose, quant à lui, de deux outils majeurs : le *Ontario Challenge Fund* (750 millions de dollars sur 10 ans) et les centres d'excellence ontariens (investissement public annuel de 35 M \$). Le Nouveau-Brunswick vient également de créer un fonds d'innovation doté de 20 M \$ par an.

Même si l'on reconnaît que la recherche en sciences naturelles et génie est un élément essentiel au processus d'innovation, force est de constater que **l'évolution du financement provincial de ce secteur au cours des dix dernières années n'est pas très favorable**.

- ♦ **Le poids de la recherche** en sciences pures et appliquées dans l'ensemble de la recherche a **diminué de 46 % à 42 %** de 1989-90 à 1999-2000 (Ministère de l'Éducation, Système d'information sur la recherche universitaire [SIRU]).
- ♦ Les **contrats et subventions issus du secteur privé canadien** (- 7 points) et du **gouvernement provincial** (- 7 points) sont principalement **responsables de cette baisse**. Quant au financement en provenance du gouvernement canadien, il est resté stable au cours de la période (Ministère de l'Éducation, SIRU).
- ♦ Or, selon les dépenses des universités en contrats et commandites, on constate que **les subventions de sources provinciales n'ont pas évolué de la même façon selon le secteur de recherche**. En SNG, la croissance est près de deux fois plus grande en 2000-2001 qu'elle l'était en 1988-1989. Le ratio de cette croissance a presque quadruplé en santé.

**Évolution de l'ensemble des subventions de source provinciale
par domaine de recherche pour l'ensemble des universités,
1989-1990 à 2000-2001**



- ♦ Au cours des cinq dernières années, le **gouvernement du Québec a donné un coup de fouet à la recherche universitaire en SNG par le biais de Valorisation-Recherche Québec (VRQ)**. Le secteur des SNG a en effet obtenu 37 % des 125 millions investis dans les grands projets de recherche par cet organisme (VRQ, compilation spéciale). C'est d'ailleurs ce qui explique en grande partie la remontée provinciale de ce secteur à partir de 2000-2001. VRQ va cesser d'investir à partir de 2004. Au cours des prochaines années, ce manque à gagner financier va rendre encore plus dramatique **la faiblesse de l'investissement provincial dans la recherche innovante en SNG** (le Fonds Nature et Technologies a le plus petit budget des trois Fonds de recherche du Québec), à un moment où les universités sont en plein recrutement.

Un modèle de valorisation prometteur, mais sans garantie de pérennité

La valorisation commerciale de la recherche universitaire a fait des progrès sensibles au cours des dernières années. Elle s'est accélérée récemment avec la mise en place des sociétés de valorisation par Valorisation-Recherche Québec et la création d'entreprises dérivées. C'est là **un modèle** qui porte déjà des fruits, mais **qui reste à consolider**.

Les quatre sociétés de valorisation (Sovar, Univalor, Valéo et MSBI), auxquelles a donné naissance le volet « Valorisation » de VRQ, gèrent un portefeuille de valorisation et de commercialisation des résultats pour les universités qui sont leurs commanditaires. Les **quatre sociétés ont déjà produit des résultats intéressants** :

- ♦ **accroissement du nombre de brevets obtenus et progression des retombées économiques générées**;
- ♦ globalement, 650 dossiers de valorisation ont été étudiés depuis le début des activités, donnant lieu à 313 brevets. De ces dossiers, **247 sont actuellement en cours de valorisation**.

Univalor a créé durant l'exercice financier 2002-2003 quatre entreprises dérivées. L'une d'entre elles, Cerestech inc. a vu le jour afin de mettre au point de nouveaux matériaux polymériques biodégradables sur la base de travaux réalisés à l'École polytechnique de Montréal.

Une autre société de valorisation, MSBI s.e.c., a pour sa part donné naissance à trois entreprises dérivées en 2002-2003, dont entre autres DFT MicroSystems inc. qui vise à mettre au point des solutions avancées dans l'univers des microprocesseurs à partir d'un certain nombre de techniques conçues à l'Université McGill.

Il s'avère que **les investissements des sociétés ont eu un véritable effet de levier** car, pour chaque dollar investi dans des projets, plus de trois dollars ont été ajoutés par d'autres partenaires (Valorisation-Recherche Québec, 2003). Malheureusement, ces initiatives de valorisation, peu nombreuses et encore fragiles, devront être soutenues pour assurer une continuité et bénéficier pleinement des retombées positives.

Continuité et équilibre de l'investissement public : des facteurs essentiels

Bâtir un système de recherche fort et des pôles d'excellence reconnus internationalement exige une continuité du support public, si l'on veut maintenir la position compétitive du Québec dans ces domaines. Faire de la recherche publique la pierre angulaire de l'innovation nécessite également des interventions équilibrées entre le support à la recherche d'une part et, d'autre part, au transfert et à la valorisation des connaissances.

3.3 Bâtir un leadership de l'innovation au Québec

En cette ère de mondialisation, nombre de pays parmi les plus développés sont engagés dans une course contre la montre afin de soutenir la concurrence internationale et de profiter des nouvelles opportunités de marché. **Le succès de cette compétition repose de plus en plus sur la capacité d'affecter rapidement des ressources dans les créneaux en émergence.**

Il s'agit donc de **dégager des financements importants** pour le développement de domaines spécifiques. Développer un pôle d'innovation est une entreprise onéreuse, ce qui force les petites économies comme le Québec à **cibler leurs investissements, là où elles peuvent exercer un leadership, et à accroître leurs liens internationaux dans les autres domaines.**

Cette capacité de lever rapidement des ressources importantes est également cruciale pour **apporter des réponses appropriées à des problématiques économiques, sociales et environnementales complexes**, comme les changements climatiques, le développement de nouvelles sources d'énergie, l'exploitation durable des forêts.

D'où l'urgence d'**assurer au Québec un leadership et une concertation dans des domaines d'avant-garde, stratégiques pour son développement, afin d'en faire des créneaux d'excellence reconnus au plan canadien et international.**

Citons, à titre d'exemple, certains des domaines dans lesquels le Québec peut exercer ce leadership :

- ♦ les technologies de l'information;
- ♦ les biotechnologies;
- ♦ les changements climatiques;

- ♦ les télécommunications;
- ♦ l'aérospatiale;
- ♦ les nouveaux matériaux;
- ♦ la robotique;
- ♦ l'ingénierie hydro-électrique;
- ♦ les sciences et technologies marines;
- ♦ l'environnement nordique.

Le fait de **bâtir un tel leadership exige un effort de concertation et de synergie sans précédent** de la part de tous les acteurs des milieux universitaires, gouvernementaux et industriels.

Des initiatives intéressantes de concertation commencent à se mettre en place, notamment sous l'impulsion de Valorisation-Recherche Québec et avec l'appui du Fonds Nature et Technologies.

Ainsi en est-il du **Centre québécois de recherche et d'innovation en aérospatiale (CRIAQ)** qui mise sur la recherche précompétitive pour maximiser l'innovation. Fondé en 2002, le CRIAQ est un consortium à but non lucratif formé pour promouvoir et réaliser des projets de recherche concertés au stade préconcurrentiel en aérospatiale. En mettant l'accent sur la recherche, l'innovation et la formation, le CRIAQ contribue à accroître le leadership et la compétitivité internationale de l'industrie aérospatiale en plus d'offrir des carrières stimulantes aux jeunes chercheurs.

De même, le **Réseau Nano-Québec** recevait en avril 2001, de VRQ, une somme de 10 millions de dollars sur trois ans pour structurer, développer et promouvoir l'effort québécois dans le domaine des nanotechnologies. En comparaison avec d'autres pays industrialisés, le Québec accusait un retard sur le plan du financement de la recherche en nanotechnologies. Grâce à cette subvention, le **Réseau Nano-Québec a atteint aujourd'hui deux objectifs importants : doubler le nombre de chercheurs dans le domaine (de 30 à 60 chercheurs), et entamer la structuration des forces en recherche de ses cinq grandes thématiques** : nanomatériaux, nano-électronique et nanophotonique, nanobiotechnologies et nanosystèmes, en favorisant la pleine utilisation des installations scientifiques obtenues du Québec et de la FCI. Le Réseau travaille étroitement au développement d'un complexe des nanotechnologies, qui serait voué au développement industriel des nanotechnologies au Québec, afin d'assurer les liens efficaces avec les compétences universitaires dans les domaines jugés stratégiques par l'industrie.

Enfin, mentionnons une **stratégie de concertation qui fait figure de modèle au Canada**. Depuis 1996, **l'industrie laitière du Québec a pris le leadership d'un réseau d'alliances en recherche afin de favoriser l'amélioration de la compétitivité de cette industrie**. C'est ainsi que trois programmes de recherche stratégique, axés sur les besoins prioritaires de cette industrie, ont été lancés par **Novalait inc.**, qui est le Fonds de développement de l'industrie laitière, et le Fonds Nature et Technologies, en collaboration avec le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) et, plus récemment, Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). Ces programmes favorisent la synergie entre les chercheurs, la relève, pour ce qui est de la formation, ainsi que les producteurs et transformateurs laitiers, sous l'angle du transfert des technologies.

Bien qu'intéressantes, ces expériences de collaboration sont cependant encore trop peu nombreuses en particulier dans les secteurs industriels.

3.4 Développer un partenariat très actif avec le gouvernement fédéral

Afin de retirer le maximum de la stratégie fédérale d'innovation, **le Québec devra s'organiser**, à l'instar des autres provinces, et **faire des choix d'investissement stratégiques, en partenariat avec les universités et les entreprises**. Les enjeux économiques et sociaux de ce positionnement sont considérables pour le Québec.

Le gouvernement fédéral est un partenaire incontournable pour permettre au Québec de faire reconnaître et de développer ces pôles d'excellences. Seuls la concertation et le leadership mentionnés plus haut permettront d'influencer l'agenda des investissements fédéraux.

Des expériences de concertation et de positionnement vis-à-vis du gouvernement fédéral se révèlent déjà fort intéressantes.

- ♦ Mentionnons le partenariat entre des ministères et organismes québécois et Environnement Canada dans **le projet OURANOS**, dédié à l'adaptation et aux changements climatiques. Ce maillage a d'ailleurs conduit à un excellent positionnement des chercheurs d'OURANOS auprès de la Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère qui pourrait s'avérer une substantielle source de fonds.
- ♦ On peut évoquer également le partenariat qui s'est développé entre plusieurs organismes québécois, le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, le Fonds de la recherche en santé du Québec, Génome Québec, Valorisation-Recherche Québec et les universités québécoises (partenariat auquel s'est même jointe la firme privée CGI) pour la création d'un **consortium visant à développer la recherche en bio-informatique au Québec**. Ce partenariat vise à asseoir le positionnement du Québec pour un prochain concours de Génome Canada.
- ♦ Et que dire de la **transformation de l'aluminium** où tous les intervenants de la région du Saguenay – Lac Saint-Jean se sont mobilisés pour promouvoir et soutenir ce secteur d'innovation industrielle. **Leur action a mené, entre autres, à la création d'un centre du Conseil national de recherches Canada (CNRC) à Chicoutimi sur les technologies de l'aluminium**. Dans cette foulée, le Fonds a également accordé un soutien financier au regroupement de tous les chercheurs qui œuvrent dans le domaine de l'aluminium au Québec.

Alors que le gouvernement fédéral s'apprête à mettre en place au Canada des filières technologiques et industrielles («clusters»), les approches auprès de ce palier de gouvernement restent cependant à être encouragées, soutenues et même orchestrées par les leaders québécois afin de **susciter la création d'un véritable momentum stratégique en matière d'innovation et la reconnaissance du leadership québécois dans ces créneaux**.

Les PME sont étroitement concernées par une telle dynamique sectorielle. Déjà, des mesures destinées à faciliter l'intégration des PME performantes dans les grappes d'innovation technologique sont prévues afin de favoriser l'effet d'entraînement par les grandes entreprises multinationales. Dans cette perspectives, les centres de recherche gouvernementaux et les centres collégiaux de transfert de technologies (CCTT) seront des partenaires incontournables de certaines démarches.

4. CONCLUSION

4.1 Faire du capital humain notre cheval de bataille

La bataille pour le capital humain hautement qualifié doit se livrer sur trois fronts à la fois différents et très reliés : **les vocations, la formation, les carrières.**

Vocations

- ♦ La promotion des carrières scientifiques et techniques dans les milieux scolaires font déjà l'objet de **nombreuses initiatives intéressantes** supportées par le ministère du Développement économique et régional (MDER) et de concert avec de nombreux organismes (Société pour la promotion de la science et de la technologie [SPST], Conseil du loisir scientifique [CLS], etc.) ainsi que des partenaires publics (municipalités, commissions scolaires) et privés (grandes entreprises), qu'il faut continuer à soutenir.
- ♦ **Le chaînon manquant, c'est la multiplication des liens directs entre les jeunes et les chercheurs** pour déclencher des passions et des vocations.

Notre proposition :

Que le Fonds Nature et Technologies développe une initiative consistant en des stages d'été pour les jeunes du collégial, général et technique, dans les milieux de recherche universitaires, gouvernementaux et industriels, et qu'il développe les partenariats nécessaires avec les collèges, les universités, les centres de recherche gouvernementaux et les entreprises. Cette initiative viendrait compléter celle du CRSNG pour le 1^{er} cycle universitaire.

Formation

- ♦ **Le premier enjeu est de nature quantitative : comment attirer plus de jeunes et brillants québécois vers les différents métiers de la recherche**, en particulier ceux qui requièrent une formation avancée (maîtrise, doctorat, postdoctorat), en **s'assurant d'une meilleure réponse aux besoins prioritaires dans différents secteurs d'activité.**
- ♦ Le Fonds est déjà **un intervenant majeur du soutien à la formation de personnel hautement qualifié**, auquel il consacre directement ou indirectement **près des deux tiers de son budget**. Il gère déjà un programme de bourses d'excellence à la maîtrise, au doctorat et au postdoctorat, complémentaire à celui du CRSNG. Cependant, les besoins en soutien financier des étudiants québécois restent très importants : **la demande de bourses s'est accrue d'au moins 35 % au cours des deux dernières années.** Or ces besoins demeurent insatisfaits dans une large mesure : **seulement 17 % des étudiants inscrits à la maîtrise ou au doctorat bénéficient d'une bourse d'excellence fédérale ou provinciale.** Ce pourcentage pourrait atteindre 24 % avec le nouveau programme fédéral de bourses d'études supérieures, ce qui reste insuffisant si l'on veut attirer les meilleurs éléments dans ce secteur.

Notre proposition :

Augmenter l'enveloppe de bourses du Fonds Nature et Technologies, en visant prioritairement à accélérer la formation hautement qualifiée, dans les secteurs jugés stratégiques, par les milieux académiques et par les milieux industriels, et à favoriser la formation en milieu de pratique en partenariat avec les entreprises.

- ♦ **Le deuxième enjeu est de nature qualitative** : il s'agit de mieux préparer les jeunes aux différents métiers de la recherche et de s'assurer qu'ils disposent des compétences requises.

Notre proposition :

Que le Fonds Nature et Technologies soutienne, en s'inspirant des meilleures expériences internationales, quelques projets pilotes d'innovation dans la formation, et qu'il développe les partenariats nécessaires, en particulier avec le ministère de l'Éducation du Québec, les universités et le CRSNG.

Carrières

- ♦ Les milieux industriels ne sont pas en mesure, à l'heure actuelle, faute des compétences nécessaires, d'offrir des perspectives intéressantes de carrière aux étudiants gradués et en particulier aux doctorants, contrairement à la tendance internationale.

Notre proposition :

Faciliter et appuyer l'insertion professionnelle du personnel hautement qualifié en entreprise, en s'inspirant des meilleures expériences canadiennes et internationales. Le financement pourrait venir soit de crédits d'impôt qualifiants, soit de bourses d'insertion professionnelle conjointes Fonds Nature et Technologies/entreprises, soit d'une stratégie de levier de programme du CRSNG.

4.2 Renforcer le Québec comme pôle d'innovation par un solide effort collectif

L'excellence des centres de recherche universitaires en SNG

- ♦ Le maintien et l'émergence de pôles de recherche universitaire reconnus au plan international conditionnent l'attraction et la rétention des meilleurs chercheurs, l'intérêt des grandes entreprises et le développement de filières scientifiques et technologiques.
- ♦ Le Québec a constamment investi depuis 20 ans dans ces centres de recherche d'excellence, en particulier grâce à sa contribution à la modernisation des équipements et installations scientifiques, ainsi qu'à la mise en place de regroupements stratégiques de chercheurs dans des secteurs clés. Un effort soutenu et de longue haleine est une condition nécessaire pour maintenir leur performance, rentabiliser les investissements considérables en installations et équipements scientifiques, et affirmer le leadership du Québec dans un certain nombre de pôles d'excellence.

Notre proposition :

Que le Fonds Nature et Technologies consolide son action de soutien au développement de l'infrastructure de centres d'excellence en SNG au Québec.

Bâtir un leadership de l'innovation dans des secteurs stratégiques

- ♦ Le leadership et la concertation de l'ensemble des acteurs universitaires, gouvernementaux et industriels permettent d'allouer rapidement les ressources dans les domaines ciblés, afin de saisir de nouvelles opportunités de marché ou de contribuer à la solution de problèmes environnementaux.
- ♦ **Ces investissements concertés et ciblés doivent faire l'objet de choix stratégiques par le gouvernement du Québec.**
- ♦ Des initiatives intéressantes ont vu récemment le jour au Québec sous l'impulsion de Valorisation-Recherche Québec et du Fonds Nature et Technologies. VRQ cessera ses activités de financement en 2004 et le Fonds n'a pas les moyens d'investir suffisamment pour assurer la concertation nécessaire au développement des pôles d'innovation prioritaires pour le Québec.

Notre proposition :

Mettre sur pied un fonds d'innovation visant le soutien d'initiatives sectorielles ciblées dans le domaine de la recherche et de l'innovation, lesquelles seraient développées en concertation avec les milieux universitaires, collégiaux (CCTT), gouvernementaux et industriels, incluant les PME performantes.

S'inspirer des modèles mis en œuvre au plan international et dans le reste du Canada (Ontario, Alberta, Provinces Maritimes).

Confier au Fonds Nature et Technologies la gestion de ce fonds pour le compte du ministère du Développement économique et régional.

Développer un partenariat très actif avec le gouvernement fédéral

- ♦ Le gouvernement fédéral est un partenaire incontournable pour permettre au Québec de faire reconnaître et de développer ces pôles d'excellences. Seuls la concertation et le leadership mentionnés plus haut permettront d'influencer l'agenda des investissements fédéraux.

Notre proposition :

Positionner les pôles d'excellence du Québec dans la stratégie de mise en place de filières technologiques et industrielles et négocier avec le gouvernement fédéral les conditions de son investissement en partenariat.

BIBLIOGRAPHIE

Bureau de la statistique du Québec (1997), *Changements structurels dans l'économie québécoise: regard sur la production et l'emploi*, Tiré de l'Écostat, septembre 1997.

Centre d'étude sur l'emploi et la technologie (2001), *Les indicateurs du CETECH, Revue du nouveau marché du travail*, vol.1, no 1, printemps.

Conseil de la science et de la technologie (1998), *Les emplois dans l'économie de l'innovation*, Document présenté au comité de suivi des décisions du Sommet sur l'économie et l'emploi.

Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec (2003), communiqué, 2 octobre.

Institut de la statistique du Québec (2003a), *Concentration des dépenses totales intra-muros de R-D dans les entreprises, Québec, 1997-2000*, [En ligne] 19 mars 2003, [<http://diff1.stat.gouv.qc.ca/savoir/indicateurs/rd/dirde/concentration.htm>].

Institut de la statistique du Québec (2003b), *Savoir.stat*, vol. 4, no 1, septembre.

Institut de la statistique du Québec (2003c), *Distribution des nouveaux diplômés du secondaire en enseignement pré-universitaire et technique dans les collèges du Québec, selon la région d'origine et le type d'enseignement, régions administratives du Québec, 1997-2002*, [En ligne], 6 septembre 2003, [http://diff1.stat.gouv.qc.ca/savoir/indicateurs/rh/recrut_total.htm].

Institut de la statistique du Québec (2003d), *Estimation du personnel professionnel affecté à la R-D, selon le grade universitaire, Québec*, [En ligne], 23 mai 2003, [http://diff1.stat.gouv.qc.ca/savoir/indicateurs/rh/pers_grad_univ.htm]

Institut de la statistique du Québec (2002a), *Bulletin sur l'économie du savoir*, vol.3, no1, octobre, p.4.

Institut de la statistique du Québec (2002b), *La situation démographique au Québec, bilan 2002*.

Ministère de l'Éducation du Québec (2003a), *Bulletin statistique de l'éducation*, no 28, juin.

Ministère de l'Éducation du Québec (2003b), *Indicateurs de l'éducation*.

Ministère de l'Éducation du Québec (2001), *La Relance à l'université, diplômés de 1999*.

Ministère du Développement économique et régional (2003), *Tableau de bord du système d'innovation québécois*.

OCDE (2003), *Objectif RD : les répercussions de l'accroissement des dépenses de R-D sur l'économie et l'action publique, Document de travail STI 2003/8*, Direction de la science, de la technologie et de l'industrie.

Statistique Canada (2002), *Recherche et développement industriels, perspectives 2002*, octobre, cat. 88-202.

Statistique Canada (2000), *Enquête sur la commercialisation de la propriété intellectuelle dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1999*, 88F0006XIB-00001.

Valorisation-Recherche Québec (2003), *Rapport annuel 2003*.
