

LES PRIORITÉS EN RECHERCHE

du

**Fonds québécois de la recherche
sur la nature et les technologies**

Cadre de référence pour le plan triennal 2006-2009

14 octobre 2005

Tables des matières

1. Mise en contexte	3
1.1 Un exercice d'établissement de priorités en cours au Québec	3
1.2 La portée de l'exercice pour le Fonds Nature et Technologies	3
1.3 L'établissement des priorités de recherche, une tendance internationale	4
1.4 La Stratégie d'innovation du Canada et la démarche de prospective du CNRC	5
2. Les priorités en recherche en SNG : la démarche du Fonds Nature et Technologies	5
2.1 Une démarche qui s'articule autour de quatre grandes catégories	5
2.2 Une démarche fondée sur les dimensions suivantes	5
2.3 La performance des chercheurs du Québec en SNG : portrait d'ensemble	6
3. Base de recherche	6
3.1 Enjeux	6
3.2 Efforts du Fonds	7
3.3 Pistes prioritaires	8
4. Secteurs qui font la spécificité du Québec	8
4.1 Enjeux	8
4.2 Secteurs concernés	8
4.3 Enjeux spécifiques, forces du Québec et efforts du Fonds	9
4.3.1 Bioalimentaire	9
4.3.2 Écosystèmes	10
4.3.4 Fabrication et construction	12
4.3.5 Transport	13
4.3.6 Énergie	13
4.3.7 Ressources naturelles : la forêt	14
4.4 Pistes d'action prioritaires	15
5. Domaines scientifiques et technologiques émergents à fort potentiel	15
5.1 Enjeux	15
5.2 Domaines concernés, forces du Québec et efforts du Fonds	16
5.2.1 Génomique, protéomique et bioinformatique	16
5.2.2 Nanosciences et nanotechnologies.....	17
5.2.3 Dispositifs et technologies de pointe en TIC.....	17
5.2.4 Sciences cognitives	18
5.2.4 Nouvelles technologies de la santé.....	18
5.3 Pistes prioritaires	19
6. Secteurs hautement compétitifs	20
6.1 Enjeux	20
6.2 Secteurs concernés, forces du Québec et efforts du Fonds.....	21
6.2.1 Aéronautique / Aérospatiale	21
6.2.2 Pharmaceutique / Biotechnologies	21
6.2.3 TIC.....	22
6.3 Pistes prioritaires	22
Conclusion	23
Pistes d'action	24
Annexe 1	26
Annexe 2	30
Annexe 3	31
Références	32

1. Mise en contexte

1.1 Un exercice d'établissement de priorités en cours au Québec

Établir des priorités en recherche est un exercice à la fois inévitable et périlleux. Inévitable, parce que les ressources sont limitées et que le Québec ne peut prétendre à l'excellence dans tous les domaines. Périlleux, car il n'est pas facile de prévoir à l'avance quels courants scientifiques et technologiques conduiront aux innovations les plus porteuses pour notre société.

Ce genre d'exercice repose donc nécessairement sur un large processus de consultation permettant d'arriver à un consensus : sur l'importance des problèmes que la société aura à affronter, ou des défis qu'elle aura à relever, sur la capacité de la science à y apporter une réponse, sur la nécessité d'être partie prenante aux grandes révolutions scientifiques, afin d'en assurer le maximum de retombées pour le Québec.

C'est dans cet esprit que le Conseil de la science et de la technologie a lancé un vaste projet, très original, le projet *Perspectives Sciences, Technologies et Société*, dont les trois Fonds de recherche du Québec sont partenaires.

Il s'agit d'un exercice prospectif qui vise à identifier les principaux défis socioéconomiques que la société québécoise devra affronter dans les vingt prochaines années et des efforts scientifiques et technologiques pouvant être mis à contribution pour relever ces principaux défis. À la suite d'une consultation auprès de la population, 40 défis ont été ciblés par une centaine de personnalités touchant des dimensions autant sociales, économiques qu'environnementales. La communauté scientifique a également été conviée à présenter la contribution qu'elle entend apporter pour relever ces grands défis et à identifier les créneaux de recherche prometteurs et les grands enjeux du développement scientifique.

L'objectif final de cet exercice est la tenue d'un colloque le 30 mai 2005 par le MDEIE sur les grandes priorités en recherche du Québec pour la société. Le Fonds Nature et Technologies est invité à contribuer à la préparation de cet événement, en collaboration avec les deux autres Fonds de recherche, et en s'assurant d'une congruence avec la démarche du Conseil de la science et de la technologie.

1.2 La portée de l'exercice pour le Fonds Nature et Technologies

La démarche du Fonds est complémentaire à celle du projet *Perspectives Sciences, Technologies et Société*, et servira de cadre de référence à son plan triennal 2006-2009. Dans sa contribution à l'identification des grandes priorités en recherche en SNG qui nécessitent un financement public, et compte tenu de sa mission, le Fonds vise essentiellement quatre objectifs :

1- informer et sensibiliser la population et les décideurs publics. On a trop souvent tendance à sous-estimer l'importance de la contribution de la recherche et de la formation en sciences naturelles et génie non seulement à l'activité économique d'un pays, mais aussi à la qualité de vie de ses habitants. Ces bénéfices ne pourront se concrétiser sans un système de recherche fort et équilibré et à des mécanismes de transfert adéquats.

2- positionner l'action actuelle et potentielle du Fonds. Cet exercice est l'occasion pour le Fonds d'illustrer de quelle façon il contribue aujourd'hui au développement du système québécois de recherche en SNG et à l'impact de celui-ci sur la prospérité et au bien-être des Québécois. Il veut permettre également d'identifier quelques pistes d'action pour le Fonds en vue d'accroître cet impact.

3- cibler quelques secteurs ou thématiques qui requièrent des investissements de développement en recherche. Il s'agit principalement d'identifier quelques secteurs ou thématiques pour lesquels des investissements publics additionnels sont requis afin de permettre au Québec d'assumer un certain leadership aux plans canadien et international (dans certains créneaux) et de pouvoir profiter des plus grandes retombées de domaines scientifiques d'intérêt émergents au plan mondial. Ces secteurs ou thématiques sont identifiés de façon générique; il n'est pas de la responsabilité du Fonds d'identifier les créneaux d'excellence spécifiques :

ceux-ci émergeront naturellement des regroupements de chercheurs que le Fonds favorise par ses programmes d'infrastructure.

4- cibler les secteurs ou thématiques qui nécessitent des interventions particulières du Fonds pour favoriser le transfert et l'innovation. L'innovation naît le plus souvent de la synergie entre les chercheurs qui développent des connaissances et des technologies (Technology Push) et les utilisateurs qui devront transformer ces connaissances en produits et procédés commercialisables (Market Pull), en politiques ou en règlements. C'est ainsi que peuvent notamment se développer des créneaux de pointe et que nos entreprises réussissent à se positionner sur les marchés internationaux. Cette stratégie fait le succès de pays comme la Suède et la Finlande, dont l'effort en R-D atteint respectivement 3,5 et 4,2 % du PIB. Le rôle du Fonds est donc d'identifier les stratégies les plus aptes à favoriser cette synergie, et qui relèvent de sa mission, dans les secteurs ou pour les thématiques prioritaires pour les partenaires.

1.3 L'établissement des priorités de recherche, une tendance internationale

Un processus d'établissement des priorités est adopté par la plupart des pays de l'OCDE pour accroître le rendement de la recherche publique. On vise ainsi à démontrer l'efficacité de la gestion publique des Fonds de recherche et à mettre à profit les nouveaux domaines de recherche qui nécessitent un financement public (OCDE, 2003a). Que ce soit par des procédures de consultations publiques, de démarches prospectives ou par l'entremise de conseils consultatifs, les gouvernements mettent en place des mécanismes de détermination des priorités et de financement pour soutenir des domaines émergents souvent issus de la recherche multidisciplinaire. Devant les coûts importants de la recherche, ces priorités s'avèrent particulièrement importantes pour des petits pays (OCDE, 2003b).

Pour s'assurer une place dans la société du savoir, les pays **privilégient des créneaux qui reposent sur les forces existantes en recherche, les structures industrielles** en place ou en développement et **les caractéristiques socioéconomiques respectives**.

On constate une augmentation des préoccupations sociales pour le développement durable et des défis en recherche qui nécessitent une approche multidisciplinaire. Les attentes sociales envers la recherche publique sont nombreuses et diversifiées. À titre d'exemple, la société exige de la recherche publique davantage d'efforts en faveur du développement durable ainsi que pour la sûreté et la sécurité (OCDE, 2004a). L'une des principales préoccupations du public concerne les changements climatiques et l'impact sur les nombreux aspects de la vie en société. Pour trouver des réponses à ces défis planétaires, la recherche publique nécessite un modèle d'organisation axé sur la pluridisciplinarité et les réseaux de chercheurs.

Les choix de priorités tiennent également compte de la convergence des secteurs émergents dans le monde. De nombreux exercices de prospective accordent une attention particulière à l'approche des « technologies convergentes ». Ces études font le constat que des thématiques de recherche issues de quelques grands champs scientifiques et technologiques ont connu une progression fulgurante et convergente ces dernières années : **nanosciences/nanotechnologies, biotechnologies, technologies de l'information et sciences cognitives** (MDERR, 2005). Qualifiée de véritable relation symbiotique, cette convergence peut également s'étendre aux sciences environnementales et à l'ensemble des sciences sociales. On anticipe que le développement de chacun de ces champs peut contribuer à enrichir les autres, mener à des percées scientifiques importantes et à des bénéfices notables sur les plans socioéconomiques.

Étant donné la rapidité de développement des connaissances, **ce n'est qu'au prix d'investissements importants que les pays peuvent en effet rester dans la course.**

Le soutien à la recherche fondamentale n'est pas pour autant délaissé et représente au contraire un objectif prioritaire pour la plupart des gouvernements des pays occidentaux afin de soutenir les efforts d'innovation.

Les modes d'organisation de la recherche deviennent très collaboratifs. La généralisation des travaux de recherche en groupe et le développement de réseaux de collaboration est une autre tendance observée dans la plupart des pays (OCDE, 2004). Ainsi, les groupes, les centres et les réseaux de recherche sont devenus les principaux lieux d'organisation et de développement de la recherche et de la formation. Ici comme ailleurs, les

chercheurs de disciplines diverses se réunissent autour d'objets de recherche issus des nouveaux courants émergents (bioinformatique, nanotechnologies, génomique, etc.) ou définis pour résoudre des problèmes complexes (changements climatiques, développement durable, etc.).

1.4 La Stratégie d'innovation du Canada et la démarche de prospective du CNRC

Dans sa **Stratégie d'innovation**, le gouvernement du Canada s'est donné comme tâche d'examiner les nouvelles formes d'investissement en recherche « afin de cibler la capacité de recherche fédérale sur les enjeux scientifiques prioritaires qui se dessinent » (Industrie Canada, 2001). Dans le discours du Trône de 2004, il est question de cinq technologies où le Canada peut aspirer à devenir un leader : biotechnologies, écotechnologies, technologies de l'information et des télécommunications et nanotechnologies. Dans les faits, à part la Stratégie canadienne en matière de biotechnologies adoptée en 1998, la mise en place de Génome Canada et de la Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère, cette intention ne s'est pas encore clairement concrétisée.

En outre, **un projet pilote interministériel de prospective scientifique et technologique propose une approche basée sur les technologies convergentes** pour planifier les investissements futurs dans la recherche canadienne. À l'instar des États-Unis et de pays membres de l'Union européenne, **le groupe de travail retient les dimensions « nano », « bio », « info » et « cogno » pour ajouter celles reliées à l'écologie**. Son approche se fonde sur la notion de « bio-systemic » qui se définit comme : « the convergence of nanotechnology, biotechnology, information-cognition technology, and ecological sciences and their prospective impacts on materials science and the management of complex public systems for bio-health, eco and food system integrity and disease mitigation » (CNRC, 2003). Depuis avril 2004, ce groupe de travail est maintenant sous la responsabilité du nouveau conseiller national en matière de sciences auprès du premier ministre.

2. Les priorités en recherche en SNG : la démarche du Fonds Nature et Technologies

2.1 Une démarche qui s'articule autour de quatre grandes catégories

Afin de répondre le plus clairement possible à nos quatre objectifs, nous avons réparti les grands secteurs ou domaines de recherche en SNG en quatre grandes catégories qui ne sont pas mutuellement exclusives :

1. Base de recherche visant l'augmentation des connaissances et la formation des compétences.
2. Secteurs qui font la spécificité du Québec.
3. Domaines scientifiques et technologiques émergents à fort potentiel où le Québec se doit d'assurer une présence importante aux plans national et international.
4. Secteurs hautement compétitifs où le Québec est ou peut devenir un leader international.

2.2 Une démarche fondée sur les dimensions suivantes

- L'importance des enjeux.
- La force de l'expertise en recherche au Québec.
- L'effort actuel du Fonds, qui sera illustré en particulier par les programmes Regroupements stratégiques et Actions concertées. Ces deux programmes couvrent une grande diversité de domaines et constituent un bon indicateur de l'éventail des expertises en recherche que l'on retrouve dans les autres programmes du Fonds.
- Les pistes d'action pour le Fonds.

2.3 La performance des chercheurs du Québec en SNG : portrait d'ensemble

CRSNG

- * 78% du corps professoral au Québec en SNG financé par les programmes de Subventions à la découverte du CRSNG (2003-2004)
- * 23,8% du financement accordé aux chercheurs du Québec dans tous les programmes (2003-2004)
- * En moyenne depuis 8 ans, une performance supérieure pour le Financement stratégique (26,6%) que pour les Subventions à la découverte (22,3%)
- * De 1996-1997 à 2003-2004, une position qui s'érode pour les subventions à la découverte (25,2% à 21,4%), mais qui se renforce pour les subventions stratégiques (22,7% à 32,2%)

FCI

- * En juin 2005, bonne performance des établissements du Québec pour les projets en SNG (25 %) à tous les concours.
- * La proportion des sommes obtenues atteint 28,7% en 2004-2005

Ensemble des activités de R-D

- * La R-D dans les universités en SNG représente 30 % de l'ensemble canadien (Statistique Canada)

Publications scientifiques en SNG au Québec

Indice de spécialisation supérieur à celui du Canada		Indice de spécialisation inférieur à celui du Canada	
Physique	9,9 (+ 0,5)	Chimie	(- 0,8)
Génie	9,2 (+ 0,3)	Mathématique	(- 0,8)
		Sciences de la Terre	(- 2,7)
		Biologie	(- 2,8)

(Source, OST)

3. Base de recherche

3.1 Enjeux

Un système de recherche et d'innovation repose d'abord sur une base de recherche forte et complète qui permet d'alimenter continuellement le développement de nouvelles connaissances et la formation de la relève dans les grands champs disciplinaires. «The number one reason to fund basic research well and with vision is to attract the very best researchers from around the world. Once here, they can prepare Canada's next generations of graduates, masters, PhD's and post-doctorates, including the finest foreign students. All else flows from this.» (Mike Lazaridis, PDG de Research in Motion, Research Money, 22 novembre 2004).

Les efforts d'innovation reposent de plus en plus sur la recherche fondamentale, étant donné l'élargissement des possibilités de commercialisation des résultats. Dans les pays à forte intensité de R-D, la recherche fondamentale représente habituellement un cinquième au plus de la R-D totale. Certains pays voient leur recherche fondamentale plus fréquemment assurée par le secteur des entreprises qui en exécute, comme les États-Unis, plus d'un tiers (OCDE, 2003c).

Au Québec, le rôle joué par les universités est de plus en plus important pour conserver cette base de recherche, d'autant plus qu'il n'existe pas comme dans d'autres pays de grands instituts gouvernementaux de recherche. « En 2001, la part de l'administration québécoise dans la recherche gouvernementale au Québec ne représente que 14 % de la R-D gouvernementale. Au cours des dernières années, plusieurs centres gouvernementaux québécois de recherche ont été privatisés pour mieux répondre aux besoins du marché (les centres du MAPAQ, le COREM ainsi qu'un changement de statut du CRIQ) » (MDERR, avril 2004).

Une solide base de recherche constitue une contribution indispensable à la formation de personnel hautement qualifié. L'un des défis que doit relever le Québec est de s'assurer de former la relève scientifique

en SNG avec les compétences requises et d'offrir une formation de qualité à un nombre suffisant d'étudiants. Si, dans un contexte démographique particulièrement critique pour le Québec, **plus de jeunes québécois doivent se diriger vers des carrières en recherche, ils doivent aussi pouvoir compter sur un encadrement stimulant qu'offre un environnement de recherche développé et de qualité.**

La recherche est en voie d'être délaissée par l'industrie :

Selon *Research Money*, au Canada, plusieurs indicateurs font état d'un recul de la recherche effectuée en industrie. À titre d'exemple, Statistique Canada révèle que les investissements en RD ont progressé de façon constante jusqu'en 2000, pour ensuite décliner jusqu'en 2002. Une enquête de *Research info-source* indique que dans tous les secteurs d'activité et indépendamment de la taille de l'entreprise, les dépenses globales en recherche des « Canada's Top Corporate R-D spenders » ont chuté malgré des revenus à la hausse. Ce phénomène, également observé dans le reste de l'Amérique du Nord, risque d'affaiblir les mécanismes de transfert de la recherche universitaire vers l'industrie et nuire à la productivité des entreprises. (Freedman, 2005).

Pour **tirer le meilleur parti de la recherche fondamentale, il faut que celle-ci soit davantage intégrée au processus d'innovation** : « les recherches en contexte d'application sont de plus en plus fréquentes à l'université et ne sont pas nécessairement moins fondamentales que des recherches entreprises hors de tels contextes, l'idée de recherche en contexte d'application ayant justement l'intérêt de dépasser la fausse dichotomie sciences pures/appliquées » (Gingras, 2004, p.24-25).

Depuis plusieurs années nous assistons à une véritable « **transformation de la dynamique de la production du savoir** » qui a marqué considérablement la recherche universitaire (Gingras, 2004). Celle-ci se fait de plus en plus en étant centrée autour d'un objet, ce qui nécessite une **approche multidisciplinaire** réunissant des expertises diverses. Elle se pratique aussi dans un « contexte d'application » guidée par **des problématiques de recherche qui font appel à des techniques de pointe et même à des connaissances fondamentales**

3.2 Efforts du Fonds

Le Fonds investit près de 60 % de son modeste budget dans le maintien d'une base assez large de recherche et de formation, par le biais de ses bourses d'excellence (26 %), de son programme d'aide au démarrage de la carrière de nouveaux chercheurs (11 %), ainsi que par son programme Projet de recherche en équipe (23 %).

Par ailleurs, il investit **près de 30 % dans le soutien de l'infrastructure humaine de 32 Regroupements stratégiques**, qui concrétisent les nouvelles formes de production du savoir et de formation, rassemblant les meilleurs chercheurs du Québec autour de secteurs ou thématiques de recherche stratégiques pour le Québec (annexe 1).

Il faut également rappeler que le soutien à l'infrastructure humaine des Regroupements stratégiques est le seul outil dont on dispose aujourd'hui au Québec pour rentabiliser l'investissement considérable consenti depuis 1998 par le gouvernement du Québec et la FCI dans les grands équipements et installations scientifiques, qui atteint plus de 800 millions de dollars dans le domaine des SNG. En effet, ces regroupements ont permis de bâtir autour de certains de ces grands équipements, des centres ou réseaux de recherche d'excellence, branchés sur les réseaux nationaux et internationaux, susceptibles de donner vie aux courants de recherche et de formation innovateurs et de maximiser les retombées des investissements consentis.

Reasons why neglecting basic research is seriously flawed in the longer-term:

i. Basic and applied science are a continuum.

They are inter-dependent. The integration of basic and applied research is crucial to problem-solving, innovation and product development.

ii. Knowledge is more than the information and data that might be provided via the internet; it is fundamentally **a matter of cognitive capability, skills, training and learning.** (...) Successful transfer of scientific knowledge requires well-trained scientists at both ends of the exchange.

iii. Excessive dependency on scientific progress in other countries is rarely likely to lead to the resolution of local problems. **Countries need to be able to generate their own scientific knowledge and adapt this to their own local context and needs.**

iv. **The practice of science is increasingly international and the research agenda is set by those who participate.** A country with no basic scientific research capacity effectively excludes itself from having any real influence on the future directions of science. (ICSU, 2004)

3.3 Pistes prioritaires

Maintenir notre effort dans ces quatre programmes essentiels: Bourses, Établissement de nouveaux chercheurs, Projet de recherche en équipe et Regroupements stratégiques. Ces quatre programmes sont nécessaires pour favoriser le renouvellement et le maintien d'une partie importante de la base en recherche et de la formation des compétences. Ils sont parfaitement complémentaires à ceux du fédéral (FCI, CRSNG) pour lesquels ils exercent un puissant effet de levier. Cette piste est d'autant plus essentielle que nos taux de succès sont à la baisse et nos moyens ne nous permettent pas, à titre d'exemple, de suivre l'accroissement de la demande des étudiants et des nouveaux chercheurs des trois dernières années qui atteint des taux respectifs de 45 % et de 43 %.

Garder un équilibre. Il importe d'assurer une représentation adéquate entre les différents domaines afin de rencontrer les besoins en recherche et en formation du Québec. Il faut en particulier s'assurer de la présence de Regroupements stratégiques, dans les principaux secteurs clés en SNG pour le Québec.

4. Secteurs qui font la spécificité du Québec

4.1 Enjeux

Le Québec présente des besoins spécifiques en recherche et en formation qui tiennent à son environnement physique, à l'étendue de son territoire, à la nature de ses ressources et à l'organisation économique de ses régions.

Ces besoins spécifiques correspondent, soit à des secteurs économiques (exploitation et transformation des ressources et secteurs manufacturiers traditionnels), soit à des enjeux de préservation des écosystèmes.

S'agissant des **secteurs économiques**, soumis à la compétition mondiale, **leur développement dépend de plus en plus des nouvelles connaissances scientifiques et technologiques**

Plusieurs sont d'ailleurs de **véritables moteurs du développement économique régional** grâce notamment au concours d'entreprises leaders et des centres collégiaux de transfert de technologies (CCTT).

L'investissement en recherche publique représente souvent une contribution importante à l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi de politiques publiques. Aussi, quelques ministères soutiennent des activités de recherche et de développement pour s'acquitter de leur mission et appuyer leurs orientations stratégiques. Ces cas s'appliquent notamment aux secteurs du transport, des ressources naturelles, du bioalimentaire, de l'énergie et de l'environnement.

Sauf exception (ex.: changements climatiques, nouvelles énergies), **le défi est davantage de contribuer au transfert de connaissances et de compétences, qu'à celui d'efforts massifs en recherche.**

Une collaboration avec les autres Fonds, en particulier avec le Fonds Société et Culture, est envisagée pour les domaines qui ont des dimensions sociales, juridiques, économiques et éthiques importantes, en particulier pour tout le vaste domaine de l'environnement.

4.2 Secteurs concernés

- Bioalimentaire
 - Agroalimentaire
 - Agriculture et aquaculture
 - Nutraceutiques et aliments fonctionnels
- Énergie
- Ressources naturelles
 - Forêts et produits forestiers
 - Mines et produits miniers
- Écosystèmes
 - Eaux intérieures et océans
 - Changements climatiques
- Fabrication et construction
- Transport

4.3 Enjeux spécifiques, forces du Québec et efforts du Fonds¹

4.3.1 Bioalimentaire

- Agroalimentaire
- Agriculture et aquaculture
- Nutraceutiques et aliments fonctionnels

L'industrie bioalimentaire québécoise est un secteur économique important du Québec et représente 15 % **des emplois de la province et 12 % de son produit intérieur brut (PIB)**. Parmi les filières industrielles identifiées par l'ISQ, celles de l'agriculture et l'élevage ainsi que les aliments et boissons sont capitales dans l'économie du Québec (MAPAQ, 2005).

La filière «aliments et boissons»

Production : 13 G \$
Emplois : plus de 100 000 ETC
Rémunération : plus de 3 G \$, 8,6%
des 21 filières
Exportations : plus de 7 G \$
Importations : plus de 7 G \$
(Source : MAPAQ, 2005)

Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) fait du développement bioalimentaire et régional, du respect de l'environnement, de la sécurité des aliments, de la santé animale et de l'innovation scientifique et technologique ses grands axes d'intervention prioritaires. En recherche et innovation, le ministère a accordé en 2003-2004 un soutien de 23 millions de dollars par diverses formules de partenariat dont une partie a été consacrée au soutien de la recherche universitaire par l'entremise du programme Actions concertées du Fonds.

Le Québec occupe le troisième rang au Canada, après l'Ontario et les provinces de l'Ouest, quant aux investissements en R-D en agroalimentaire avec plus de 150 millions de dollars dépensés en 2001 (MAPAQ, 2002). En terme de productions scientifiques, le Québec se situe au deuxième rang au Canada après l'Ontario avec 21,6% des publications canadiennes en agroalimentaire. Les travaux des chercheurs concernent principalement les productions animales (31%), la transformation alimentaire (26%), les grandes cultures (13%) et l'horticulture (12%) (MAPAQ, 2004). Cependant, l'intensité de la recherche universitaire est en diminution depuis le début des années 1990. Compte tenu du poids de l'industrie agroalimentaire dans l'économie québécoise, sa performance en innovation est dans l'ensemble inférieure à celle des industries de niveau technologique comparable (pâtes et papiers et produits du bois, mines et métallurgie) (MAPAQ, 2002).

Parmi les dispositifs de recherche aux retombées importantes pour le secteur bioalimentaire, mentionnons le *Réseau de recherche en aquaculture, en traitement et en gestion de l'eau* financé par Valorisation-Recherche Québec (VRQ). Ce réseau est formé d'une trentaine de chercheurs issus de disciplines diverses et complémentaires qui partagent l'objectif commun de renforcer la recherche dans ce domaine et de transférer les résultats aux utilisateurs-partenaires. Concrètement, les travaux permettent de rendre plus performante la culture d'espèces pour l'industrie aquacole, tout en minimisant les impacts environnementaux en eaux douces et en milieu marin.

Les efforts ciblés du Fonds en 2004-2005 se traduisent par le financement de trois regroupements stratégiques et de 38 projets issus des programmes Actions concertées.

Regroupements stratégiques

- Centre de recherche en amélioration végétale (Centre SÈVE)
- Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF)
- Regroupement en hydrométéorologie appliquée (HYMAP)

Programmes des Actions concertées. La plupart de ces programmes ont une dimension régionale importante :

- Environnement rural (10 projets)
- Recherche et développement en agroenvironnement (IRDA) (8 projets en 2003-2004)
- Production et transformation laitières (9 projets)
- Sciences et technologies de la mer (9 projets)
- Aliments fonctionnels et produits nutraceutiques (9 projets)

¹ Quelques regroupements stratégiques et certains programmes Actions concertées se répartissent dans plus d'un secteur. Un tableau synthèse à la fin de ce document illustre cette répartition (Annexe 2).

4.3.2 Écosystèmes

Comme la plupart des États, **le Québec est incité à prendre davantage en considération les préoccupations sociales grandissantes pour les questions de l'environnement.** Selon les résultats d'une enquête du Conseil de la science et la technologie, l'environnement est le deuxième thème qui préoccupe le plus les Québécois. Ces derniers ont exprimé leurs inquiétudes pour les problèmes environnementaux et un certain pessimisme face à l'avenir (Conseil de la science et de la technologie, 2005). Dans son programme d'action, « Briller parmi les meilleurs », le gouvernement du Québec s'engage à promouvoir un environnement sain et un développement durable. Cette vaste responsabilité couvre un large spectre de dimensions économiques, sociales et environnementales.

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a comme mission d'assurer la protection de l'environnement par la conservation des écosystèmes. Il intervient dans la gestion de l'eau, les changements climatiques et les problèmes atmosphériques, la conservation de la diversité biologique et le développement durable (Ministère de l'Environnement du Québec, 2004). Ses efforts en R-D touchent des dimensions environnementales et visent le soutien des centres de recherche et des entreprises dont les projets de recherche portent sur les milieux aquatiques, les changements climatiques, l'agroenvironnement et la conservation de la biodiversité (Ministère de l'Environnement du Québec, 2001). Dans leurs champs d'intervention respectifs, le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation ont également des objectifs relatifs à la protection de l'environnement. Cependant, **le gouvernement du Québec n'a pas encore de stratégie de financement ou de politique précises de R-D dans l'étude ou la protection des écosystèmes.**

Environ 1 400 entreprises du Québec font de la R-D en environnement pour le développement d'équipements, de services et de génie conseil dans un grand nombre de domaines : couche d'ozone et changements climatiques, eau, air, sols, mise en valeur de résidus industriels, efficacité énergétique, agriculture, forêt, etc. (Conseil de la science et de la technologie, 2001a).

Dans les universités, la plupart des départements universitaires de génie chimique et civil, en environnement, de chimie et d'écologie sont actifs en recherche dans ce domaine. Depuis le milieu des années 1990, le Conseil de la science et de la technologie (2001a) constate cependant une stagnation relative de la recherche industrielle, universitaire et gouvernementale au Québec dans le domaine de l'environnement et du développement durable.

Le Fonds contribue aux multiples aspects que couvre le développement durable. Il **finance cinq regroupements stratégiques dont les activités s'adressent à cette problématique, ainsi que, dans le cadre des programmes Actions concertées, un nombre important de projets d'intérêt tant pour l'environnement que pour le développement régional.**

Regroupements stratégiques

- Calcul haute performance – Québec (CHPQ)
- Centre de recherche en géochimie et géodynamique (GEOTOP-UQÀM-McGILL)
- Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (CREFSIP)
- Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) (Partenariat avec le FQRSC)
- Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL)

Actions concertées

- Soutien stratégique à la promotion et à la consolidation de la recherche sur l'environnement rural (10 projets) (Partenariat avec le FQRSC)
- Sciences et technologies de la mer (9 projets)
- Recherche et développement en agroenvironnement (IRDA) (8 en 2003-2004)
- Forêt boréale et son écologie au Saguenay Lac Saint-Jean (26 projets)
- Recherche en aménagement et environnement forestiers (47 projets)

4.3.2.1 Changements climatiques

Les changements climatiques sont une question d'intérêt mondial. Dans la foulée des conférences internationales pour lutter contre le réchauffement de la planète (dont la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques), la plupart des pays ont fait de cette problématique une priorité de recherche. En outre, ils ont accepté un certain nombre d'engagements généraux dont la coopération scientifique en cette matière.

Dans le cadre du Protocole de Kyoto, le Québec a également pris des engagements en adoptant notamment un Plan d'action québécois 2000-2002 sur les changements climatiques. Parmi les moyens mis en place, le consortium de recherche Ouranos a été créé en 2002. Ce consortium unique au Canada réunit les meilleurs chercheurs du Québec afin de dresser un portrait global et précis de cette grande problématique et de proposer des scénarios d'adaptation à l'échelle de l'Amérique du Nord. Plus de 250 chercheurs effectuent des travaux dans 45 projets portant sur les thèmes de la modélisation régionale du climat, de l'impact appréhendé et de l'adaptation aux changements climatiques. Le gouvernement du Québec a récemment pris la suite de Valorisation-Recherche Québec et a investi 14 millions de dollars dans le consortium Ouranos, en partenariat avec Hydro-Québec et Environnement Canada, pour les cinq prochaines années.

En océanographie, le Québec exerce un leadership sur la scène internationale particulièrement dans les recherches portant sur les impacts des changements climatiques dans l'Arctique. Le responsable du regroupement stratégique Québec-Océan dirige le réseau de recherche CASES (Canadian Arctic Shelf Exchange Study) et le réseau de centres d'excellence du Canada ArcticNet. Il assume également la direction de la mission internationale de recherche du brise-glace Amundsen dans l'Arctique.

Le Fonds Nature et Technologies soutient cinq regroupements stratégiques dont les activités de recherche ont un lien avec les changements climatiques :

- Centre de recherche en amélioration végétale (Centre SÈVE)
- Centre de recherche en géochimie et géodynamique (GEOTOP-UQÀM-McGILL)
- Centre de recherche sur les changements climatiques et l'environnement global (C3EG)
- Centre d'études nordiques (CEN)
- Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (Québec-Océan)

4.3.2.2 Eaux intérieures et océans

L'abondance de l'eau sur le territoire est une grande richesse pour le Québec. Dans un souci de développement durable et d'une gestion efficace de cette ressource, **la Politique nationale de l'eau fut lancée en 2002 par le gouvernement du Québec. Ce dernier reconnaît l'apport essentiel de la R-D pour le développement des connaissances sur l'eau et les écosystèmes aquatiques.** Il s'engageait à « Regrouper et développer l'information sur l'eau et les écosystèmes aquatiques requise pour la gouvernance de l'eau ». Il se donnait comme objectif de « mettre en réseaux les différents partenaires gouvernementaux ainsi que les groupes et les centres de recherche universitaire pour l'échange et la diffusion de l'information relative à l'eau » et à « coordonner des programmes de recherche en partenariat avec les milieux universitaires, les centres de recherche et les autres groupes et organisations intéressés à favoriser le regroupement et le transfert de l'information » (Gouvernement du Québec, 2002)

Le Québec possède sans contredit des forces en recherche dans ce secteur. Dans les domaines « mers et océans » et « eau » les investissements de la FCI totalisent à ce jour 36,1M\$ et 8,4M\$, soit 41 % et 52 % du total canadien. De nombreux chercheurs issus de disciplines diverses participent à plusieurs centres gouvernementaux et universitaires. Dans le champ de l'océanographie, la recherche universitaire se concentre principalement à l'Université Laval et à l'UQAR (voir changements climatiques). L'Université McGill, l'Université de Montréal, l'INRS et l'UQTR regroupent les forces en recherche dans le domaine des eaux intérieures.

Les efforts du Fonds se traduisent par le soutien de cinq regroupements stratégiques

- Centre de recherche en géochimie et géodynamique (GEOTOP-UQÀM-McGILL)
- Centre de recherche sur les changements climatiques et l'environnement global (C3EG)
- Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL)

- Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (Québec-Océan)
- Regroupement en hydrométéorologie appliquée (HYMAP)

4.3.4 Fabrication et construction

Le secteur manufacturier du Québec fait face à plusieurs grands défis: la concurrence internationale est très forte, en particulier celle des pays émergents; le phénomène de délocalisation est une menace pour l'industrie; globalement **les entreprises québécoises sont peu compétitives sur les marchés mondiaux et le personnel hautement qualifié est insuffisant**. Pour améliorer la compétitivité sur les marchés mondiaux, les entreprises doivent innover davantage et augmenter leurs activités de R-D qui sont encore très concentrées dans quelques secteurs industriels (MDERR, 2003). Les CCTT contribuent de façon significative au développement de l'innovation des PME en assurant l'essentiel des activités de recherche appliquée et de développement, d'aide technique et d'innovation.

Le secteur traditionnel de la construction demeure un moteur de l'économie et représente près de 9 % du PIB québécois de 2001. Toutefois, le Québec innove peu dans ce domaine et contrairement à la plupart des pays industrialisés, **les efforts en RD sont plutôt modestes**. Sur le plan de la recherche universitaire, le financement fédéral est faible comparativement aux pays européens et la contribution du provincial a diminué depuis quelques années (Conseil de la science et de la technologie, 2003). En moyenne depuis 10 ans, les octrois de la recherche universitaire en génie civil et en architecture se situent à peine à près de 10 millions de dollars.

Une des forces du Québec réside dans le secteur des matériaux avancés et des procédés industriels de fabrication (MDERR, 2004). On compte plus d'une cinquantaine de centres de R-D gouvernementaux et universitaires dans ces secteurs. Les développements récents sont considérables et les marchés sont très diversifiés : automobile et aéronautique, équipements industriels et machinerie, électronique, biens de consommation, etc. Cette filière se compose de nombreuses entreprises, consortiums de recherche et de partenariats qui ont contribué à développer des infrastructures de recherche de qualité.

Enfin, l'industrie de l'aluminium représente un secteur économique important pour le Québec et joue un rôle croissant dans le domaine de la fabrication et de la construction. Pour rester concurrentielle cette industrie devra relever plusieurs défis : la réduction des coûts et l'augmentation de la productivité, le respect de l'environnement, le développement des domaines de la transformation et la concurrence avec l'acier. Alcan a récemment fait l'annonce de sa volonté de diversifier sa production industrielle et d'accroître les produits de valeur ajoutée qui nécessitent une deuxième et troisième transformation.

L'industrie de l'aluminium au Québec

- 90 % de l'aluminium canadien
- 23 % de la production d'aluminium primaire du Québec y subit une première transformation
- 16 000 emplois dans les secteurs primaire et de la première transformation
- 2 779 emplois attribuables aux deuxième et troisième transformations de l'aluminium
(Les Affaires, 12 février 2005).

Regroupements stratégiques dont les activités sont en lien avec ce domaine :

- Centre de recherche en plasturgie et composites (CREPEC)
- Centre de recherche sur les infrastructures en béton (CRIB)
- Centre d'Infrastructures Sismiques Majeures Interuniversitaires du Québec (CISMIQ)
- Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services (CIRA IG)
- Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ)
- Regroupement stratégique en recherches sur l'aluminium (REGAL)

Actions concertées:

- Innovation et la valorisation de l'aluminium : six projets (2005-2006) (Partenariat avec le CQRDA)

4.3.5 Transport

Un système de transport efficace et sécuritaire fait partie des défis économiques et technologiques du Québec. Le ministère des Transports effectue de la R-D ou s'associe à des partenaires pour des recherches dont les orientations sont en lien avec ses objectifs stratégiques : « des systèmes de transport plus efficaces au service du développement socioéconomique du Québec et de ses régions; des transports plus sécuritaires en collaboration avec tous les organismes privés et publics concernés; une organisation plus performante afin d'améliorer les services à la population ». Les domaines de recherche portent sur les infrastructures routières, les systèmes de transport des personnes et les systèmes de transport des marchandises. On compte quelques chaires de recherche liées au transport : béton projeté et les réparations en béton, exploitation des infrastructures soumises au gel, renforcement en matériaux composites pour les structures de béton, transport maritime, auscultation des structures de béton.

L'Alliance qui s'est tissée depuis près de 15 ans entre le ministère des Transports, la Société de l'assurance automobile du Québec, l'ancien Fonds FCAR et les trois nouveaux Fonds de recherche du Québec pour toutes les **problématiques de la sécurité routière a permis de construire un pôle d'excellence en recherche de réputation mondiale et a contribué à l'amélioration spectaculaire du bilan routier.**

Regroupements stratégiques concernés:

- Calcul haute performance – Québec (CHPQ)
- Centre de recherche sur les transports (CRT) (partenariat avec le Fonds Société et Culture)
- Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) (partenariat avec le Fonds Société et Culture)
- Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions (GERAD)

Actions concertées:

- Programme de recherche universitaire en sécurité routière (Action concertée Fonds Nature et Technologies-MTQ-SAAQ). Une vingtaine de projets en cours.

4.3.6 Énergie

Partout dans le monde, les craintes en regard de la sécurité énergétique et les préoccupations de protection de l'environnement sont à l'origine d'importants efforts de recherche et de développement en énergie. Plusieurs pays comme le Japon, l'Allemagne et les États-Unis consacrent des investissements soutenus pour le développement de nouvelles technologies et de nouvelles ressources énergétiques (MRNFP, 2004c).

Les enjeux auxquels le Québec est confronté concernent principalement la sécurité de son approvisionnement en énergie (diversification des sources d'énergie, efficacité énergétique), ainsi que le développement durable (sources d'énergie propre). En vue d'élaborer une stratégie énergétique d'ici la fin de l'année 2005, le gouvernement du Québec tient présentement une commission parlementaire sur l'énergie où les experts et la population sont consultés. Cette stratégie a pour objectif de rejoindre les attentes de la société québécoise, de contribuer à assurer la sécurité énergétique et de dynamiser le développement économique et durable au Québec.

Le Québec participe activement au développement des techniques de pointe liées à l'hydrogène. Il dispose d'hydroélectricité à un coût avantageux, a accès aux meilleures technologies de production d'hydrogène par électrolyse et développe des technologies ainsi que des systèmes de stockage parmi les plus avancés au monde. Plus d'une vingtaine d'entreprises, de centres de recherche et d'organismes actifs dans ce secteur ont acquis des connaissances et ont mis au point des techniques et un savoir-faire de pointe. Ce qui représente environ 150 emplois au Québec en recherche et développement des applications énergétiques de l'hydrogène, soit près de 10 % de l'ensemble des emplois au Canada dans ce domaine (MRNFP, 2004c).

Au Québec, les efforts de R-D dans le secteur de l'énergie totalisent en moyenne 200 millions de dollars par année permettant l'embauche de 1 500 chercheurs, ingénieurs et techniciens. La moitié de ces investissements sont attribuables aux activités d'Hydro-Québec (MRNFP, 2004c).

Plusieurs nouvelles technologies énergétiques suscitent un grand intérêt. Le Québec participe au développement de nouvelles technologies prometteuses dont, entre autres, **la valorisation de la biomasse et les technologies de l'hydrogène.** En plus de répondre à des besoins énergétiques par la production

d'électricité et de chaleur, la valorisation de la biomasse présente plusieurs avantages pour la protection de l'environnement. Par ailleurs, les **technologies des piles à combustible et de l'hydrogène qui représentent un potentiel d'utilisation des plus prometteurs pour le développement de sources d'énergie de remplacement des carburants fossiles**. Un pôle de recherche s'est formé à Trois-Rivières regroupant la corporation E-H2, l'Institut de recherche sur l'hydrogène de l'Université du Québec à Trois-Rivières (IRH) et le Laboratoire des technologies de l'énergie (Hydro-Québec). C'est cependant en Colombie Britannique que se trouve le pôle d'expertise le plus important dans le domaine des piles à combustible.

D'autres domaines de recherche comportent également un potentiel énergétique et technologique prometteur pour le Québec : énergie éolienne, géothermie ou le solaire (MRNFP, 2004c).

Le Fonds contribue au développement de la filière de l'hydrogène par le financement du Réseau de recherche sur les piles à combustible et l'hydrogène (PACH2).

4.3.7 Ressources naturelles : la forêt

La Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise (Rapport Coulombe) a déposé son rapport en décembre 2004. Elle fait ressortir des constats inquiétants : la forêt québécoise est surexploitée et son potentiel d'exploitation est mal évalué. Sur le plan de la recherche, malgré les investissements importants dans le domaine de la foresterie, estimés à 110 millions de dollars en 2003-2004, « **la recherche ne se fait pas selon une vision d'ensemble suscitant l'innovation** ». Selon la commission, « Il paraît donc urgent de mieux structurer et mieux répartir les efforts de recherche » (p.36). La commission constate aussi que l'industrie des produits du bois consacre ses efforts de recherche principalement dans la transformation et l'exploitation de la matière ligneuse et qu'elle est très peu présente dans le financement de l'acquisition des connaissances sur le milieu forestier. La commission recommande notamment que le Fonds Nature et Technologies puisse disposer des budgets nécessaires pour financer les projets de recherche en foresterie selon les objectifs stratégiques établis par un nouveau Conseil consultatif sur la recherche forestière. « Ces budgets devraient être d'un montant annuel minimum initial de 2,5 millions \$, en augmentation graduelle pour atteindre 10 millions \$ annuellement, sur un horizon de 5 ans ». (p. 40)

Au Québec, les organismes gouvernementaux, universitaires et privés consacrent des efforts importants en recherche. Le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs est un intervenant majeur avec un budget de 13 millions \$ en 2004 permettant la réalisation d'une centaine de projets sur l'amélioration génétique, la production de plants et de semences et la sylviculture. Il finance aussi une trentaine de projets de recherche universitaire.

Devant les bouleversements qu'ont connu **les industries québécoises de produits forestiers** (marché mature pour plusieurs produits forestiers, faible rendement sur les capitaux investis, pressions grandissantes pour le respect des principes du développement durable, consolidation sectorielle, concurrence internationale), **celles-ci doivent miser davantage sur l'innovation technologique pour rester compétitives ou maintenir leur position sur les marchés**. Or, la plupart des entreprises nord-américaines ayant abandonné leurs activités en R-D, les nouvelles technologies proviennent désormais principalement des consortiums et centres de recherche universitaires (MRNFP, 2004a). Au Canada, le transfert technologique vers les industries du bois et des pâtes et papiers est principalement pris en charge par des consortiums de recherche public-privé. Forintek est un institut national de recherche et développement dans le secteur des produits du bois. L'organisme privé sans but lucratif est fondé sur un partenariat entre le secteur privé, le gouvernement fédéral, sept gouvernements provinciaux et les milieux universitaires, collégiaux et de formation professionnelle. Paprican est un consortium de recherche préconcurrentiel qui œuvre dans le domaine des pâtes et papiers. La recherche est axée directement vers les priorités des sociétés membres dans tous les domaines reliés au secteur des pâtes et papiers. Des partenariats avec plusieurs universités canadiennes ont permis de fournir une vaste gamme de technologies à l'industrie.

Les efforts ciblés du Fonds dans ce secteur se traduisent par le soutien de deux programmes d'Actions concertées visant principalement l'aménagement forestier :

- Forêt boréale et son écologie au Saguenay Lac Saint-Jean : 26 projets de recherche
- Recherche en aménagement et environnement forestiers : 47 projets de recherche

Faute de financement suffisant, le Fonds n'a pu retenir la proposition d'un regroupement stratégique multi-universitaire (Centre d'étude de la forêt), qui avait été recommandée en avril 2004. Mais il soutient modestement la coopération entre les différentes masses critiques dans ce secteur.

4.4 Pistes d'action prioritaires

De façon générale, ces grands secteurs qui font la spécificité du Québec connaissent des retards importants sur le plan de la capacité d'innovation qui freinent le développement de plusieurs régions du Québec. **L'enjeu principal est donc l'amélioration de cette capacité d'innovation**, plutôt que des investissements massifs en recherche publique. Les pistes d'action du Fonds consistent à :

- **contribuer à l'amélioration des compétences en innovation via la mise sur pied de son nouveau programme conjoint avec le CRSNG de Bourses en milieu de pratique : BMP Innovation.** Il est notamment prévu de développer des projets pilotes en région avec les CCTT et les partenaires régionaux publics et privés.
- **continuer à investir de façon ciblée dans des programmes de recherche orientée en partenariat qui s'adressent à des priorités incontournables pour des partenaires publics et privés** qui sont prêts à investir conjointement avec le Fonds : à titre d'exemple, l'aménagement de la forêt, la gestion de l'eau, le bio-alimentaire (sécurité-santé-productivité) et la transformation de l'aluminium. Il devra en améliorer les mécanismes de synergie et de transfert, de concert avec les partenaires.
- **compléter le soutien de regroupements stratégiques dans les grands domaines** où le Québec dispose de forces en recherche, et pour lesquels les enjeux de R-D sont considérables (exemple : la forêt)
- **rechercher un effet de levier au niveau des organismes fédéraux** pour l'ensemble des interventions en partenariat.
- Enfin, deux grands domaines lui semblent devoir faire l'objet d'investissements publics importants en recherche, compte tenu de l'envergure des enjeux sociétaux :
 - **les changements climatiques** (mitigation et adaptation), secteur pour lequel le gouvernement du Québec s'est déjà engagé à investir 13 millions de dollars sur 5 ans via le consortium Ouranos, pour l'aspect modélisation et adaptation. Également, dans le cadre du protocole de Kyoto, le gouvernement fédéral entend accroître ses investissements dans les innovations et les technologies liées aux changements climatiques, et réaffecter certains fonds de ces programmes existants aux initiatives de lutte contre les changements climatiques.
 - **les nouvelles sources d'énergie** :
 - **les nouvelles technologies de l'hydrogène** : créneaux pour lesquels le Québec dispose d'un avantage comparatif par rapport au reste du Canada.
 - **les énergies renouvelables** : énergie éolienne, biomasse, énergie solaire et géothermie.

5. Domaines scientifiques et technologiques émergents à fort potentiel

5.1 Enjeux

Dans cette section sont regroupées **l'ensemble des technologies de pointe, le plus souvent au carrefour de plusieurs disciplines qui peuvent accélérer l'innovation** dans de nombreux domaines industriels (du manufacturier à la biotechnologie et au multimédia), dans la santé, la sécurité ou dans l'environnement (marchés verticaux). Par exemple, les nanotechnologies ont des applications en microélectronique, en biotechnologies, en nouveaux matériaux ou en environnement. On trouve des applications de l'optique et de la photonique dans le secteur des TIC, de la santé, de l'agroalimentaire, et dans plusieurs produits de consommation courante. **Ces secteurs sont relativement récents et comportent des retombées notables ou à fort potentiel et ont bénéficié d'investissements massifs à l'échelle internationale.**

Plusieurs pays ont ciblé des domaines technologiques en émergence et d'importance stratégique pour en augmenter le financement public en R-D, et ce, malgré les contraintes budgétaires gouvernementales. C'est notamment le cas **pour les TIC, les biotechnologies et les nanotechnologies** considérées comme présentant un intérêt majeur pour l'économie et la collectivité. À titre d'exemple, les États-Unis et le Japon investissent massivement dans ces secteurs par des initiatives ciblées. L'Allemagne, le Danemark, la Norvège et les Pays-Bas ont créé des fonds dédiés pour financer la recherche dans ces domaines jugés prioritaires (OCDE, 2004b).

Les avancées récentes, l'investissement massif dans le monde et les enjeux entourant ces problématiques font en sorte que **le Québec se doit d'assurer sa présence dans l'environnement international de la recherche pour devenir un chef de file au niveau national.**

Une forte présence du Québec est nécessaire, entre autres, pour **assurer le transfert rapide des connaissances mondiales vers des utilisations possibles au Québec** et, **dans certains créneaux, aspirer à devenir un leader mondial.**

Les gouvernements fédéral et provincial ont déjà consenti des efforts importants en matière de recherche dans le domaine de la génomique. À ce jour, le portefeuille de Génome Québec s'élève à 220 millions de dollars et a permis le financement de 22 projets de recherche dans les secteurs de la santé humaine, la bioinformatique, l'éthique, l'environnement, la foresterie et l'agriculture.

D'autres secteurs ont bénéficié d'un financement considérable ces dernières années notamment par l'entremise de Valorisation-Recherche Québec (VRQ) et de la FCI-Fonds d'innovation Québec (nanotechnologies) et des organismes fédéraux de financement de la recherche.

La fin des investissements consentis par VRQ laissera un vide qu'il faudra tenter de combler, en particulier en nanotechnologies, pour que le Québec ne perde pas la place qu'il occupe dans ce secteur.

Étant donné l'importance des applications potentielles de ces technologies émergentes dans le secteur de la santé, une collaboration avec le FRSQ est à développer.

5.2 Domaines concernés, forces du Québec et efforts du Fonds

- Génomique, protéomique et bioinformatique
- Nanosciences et nanotechnologies
- Dispositifs et technologies de pointe en TIC
 - Optique et photonique
 - Microélectronique
 - Autres (imagerie, multimédia)
- Sciences cognitives
- Nouvelles technologies de la santé

5.2.1 Génomique, protéomique et bioinformatique

Les enjeux de développement de la génomique et de la protéomique sont considérables à moyen terme, tant pour la santé humaine (meilleur dépistage et diagnostic de maladies, nouvelles possibilités de traitement) **que pour le développement de la forêt, des cultures végétales et piscicoles et la protection de l'environnement.**

Par les programmes de Génome Canada et Génome Québec, d'importantes sommes ont été accordées par les deux paliers de gouvernement en génomique. Dans ce secteur, le Québec représente un acteur majeur sur la **scène canadienne** : 40 % des entreprises du Canada sont québécoises et les projets de Génome Québec représentent près de 30 % de l'ensemble canadien; le gouvernement du Québec a investi 71 M\$ pour le financement des projets de Génome Québec et accordé 51 M\$ pour des infrastructures de recherche en génomique et protéomique pour le financement de contrepartie de la FCI (MDERR).

La bioinformatique est un domaine en émergence qui regroupe l'ensemble des technologies nécessaires au développement et au traitement de l'information biologique, rendue particulièrement abondante par les percées de la génomique et de la protéomique. La compétitivité des industries biopharmaceutiques dépend des progrès de cette nouvelle discipline (IPSÉ, 2002). Génome Québec, le Fonds Nature et Technologies et le FRSQ ont investi dans un consortium en bioinformatique en 2003 des sommes de 3 millions de dollars pour des projets majeurs et de la formation.

Étant donné qu'il s'agit d'un **secteur dont la dominante est la santé** et qui est déjà bien financé et pris en charge par d'autres organismes, **les efforts ciblés du Fonds pour le financement de la recherche sont donc modestes**. Les regroupements stratégiques dans ces domaines sont :

- Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (CREFSIP)
- Centre de recherche sur les interactions hôte-parasite

5.2.2 Nanosciences et nanotechnologies

Les nanotechnologies représentent un secteur de recherche en émergence partout dans le monde. Si les capacités de R-D sont fortes, peu de produits ont été développés à ce jour. La majorité des activités en recherche démontre cependant un potentiel économique énorme et les entreprises s'y intéressent de plus en plus (MDERR).

Les nanotechnologies sont une force réelle au Québec. Depuis 10 ans, plus de 200 millions de dollars ont été investis en recherche et en infrastructure. On dénombre près de 175 chercheurs universitaires et 40 PME qui collaborent ensemble par l'entremise de NanoQuébec. Ce consortium est issu d'un financement de 10 millions de dollars de Valorisation-Recherche Québec pour mettre en place un réseau de chercheurs. De plus, de nombreuses collaborations avec des chercheurs du reste du Canada et de l'étranger sont en cours.

Il importe de maintenir et d'accroître le financement de ce secteur de recherche fondamentale et appliquée pour maintenir l'avance du Québec autour de pôles d'excellence. Il s'agit d'une priorité très forte pour les prochaines années. Le Québec risque de prendre du retard sur la scène canadienne et internationale (Samson Bélair/Deloitte & Touche, 2003).

Le Fonds ne dispose en aucun cas de moyens suffisants pour assurer le développement qui assurerait un bon positionnement du Québec sur la scène internationale.

L'investissement ciblé du Fonds dans ce créneau se fait essentiellement par l'entremise des sept regroupements stratégiques dont les activités contribuent au développement des nanosciences et des nanotechnologies

- Centre de bio reconnaissance et de biocapteurs (CBB)
- Centre de recherche en plasturgie et composites (CREPEC)
- Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (CREFSIP)
- Centre de recherche sur les matériaux auto-assemblés (CRMAA)
- Centre d'optique, photonique et laser (COPL)
- Regroupement québécois sur les matériaux de pointe (RQMP)
- Réseau stratégique en sciences et applications avancées des plasmas (PLASMA QUÉBEC)

5.2.3 Dispositifs et technologies de pointe en TIC

Les avancées considérables des technologies de l'information en **font un secteur mature sur le plan de la commercialisation. Toutefois, le potentiel des découvertes est loin d'être épuisé et les recherches dans des domaines convergents** (microélectronique, photonique, technologies sans-fil, télécommunications, etc.) peuvent **mener à des applications innovatrices dans de nombreux secteurs socioéconomiques** (gestion, environnement, automobile, santé, aérospatial, etc.).

Les TIC sont un secteur d'importance pour le Québec, malgré les récents soubresauts de l'industrie (voir section 6.2.3). C'est pour contribuer à accélérer la reprise de l'industrie que le consortium de recherche université-**entreprise Prompt-Québec** a été créé grâce à un fonds de démarrage de Valorisation-Recherche Québec en 2003 avec un investissement initial de 5 millions de dollars. Ses efforts visent à développer de façon concertée des **projets de recherche d'envergure de type précompétitif, qui répondent aux besoins de l'industrie en microélectronique, photonique et télécommunications**.

Dans l'ensemble des dispositifs et technologies de pointe en TIC, mentionnons que **le domaine de l'optique et de la photonique représente une des expertises confirmées**. Le regroupement stratégique *Centre d'optique, photonique et laser* est à l'origine de la création de l'*Institut canadien pour les innovations en photonique – ICIP*, un réseau de centres d'excellence du Canada. L'Université Laval est à la tête de ce réseau national qui rassemble 74 chercheurs issus de 24 universités canadiennes dans le but de faire avancer la photonique dans trois directions principales : information et télécommunications, biophotonique et photonique de pointe.

Huit regroupements stratégiques financés par le Fonds ont un lien significatif avec les dispositifs et technologies de pointe en TIC ou leurs applications

- Calcul haute performance – Québec (CHPQ)
- Centre de recherche sur les transports (CRT) (partenariat avec le Fonds Société et Culture)
- Centre d'optique, photonique et laser (COPL)
- Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions (GERAD)
- Regroupement stratégique en microélectronique du Québec (ReSMiQ)
- Réseau Québécois de recherche en réalité artificielle distribuée (Réseau QERRAnet)
- Centre pour les systèmes et technologies avancés en communications (SYTACOM)

5.2.4 Sciences cognitives

Les développements impressionnants sur les plans techniques et scientifiques et les liens entre plusieurs secteurs scientifiques (linguistique, intelligence artificielle, psychologie et neurosciences) ont donné lieu à un nouveau domaine multidisciplinaire, dont l'objectif est de comprendre la structure des connaissances et la nature des opérations mentales. Par les développements scientifiques majeurs et la mise sur pied de réseaux de chercheurs issus des sciences sociales, de la santé et des SNG, **les sciences de la cognition représentent l'une des forces en recherche pour le Québec**. Les applications potentielles sont nombreuses et ont des incidences, par exemple, dans le secteur industriel, en santé et en pédagogie : systèmes intelligents de supervision dans l'industrie aérospatiale, logiciels résumant des textes, réhabilitation cognitive et physique suite à des incidents cérébraux.

Parmi les champs scientifiques en lien avec les sciences cognitives, soulignons que **les neurosciences sont très développées au Québec**. Cependant, **des moyens devront être pris pour renforcer les assises scientifiques, favoriser la valorisation commerciale et sociale des résultats de recherche et permettre une meilleure utilisation dans les milieux de pratique** (Conseil de la science et de la technologie, 2005). À cet égard, le Conseil de la science et de la technologie recommande que le FRSQ s'associe avec les FQRNT et le FQRSC pour l'élaboration d'une stratégie de développement scientifique. Parmi les nombreuses contributions du FQRNT à ce domaine, les efforts pourraient être concentrés vers l'essor de nouvelles technologies émergentes (par exemple la neuroimagerie, neuroinformatique)

En collaboration avec le Fonds Société et Culture, **le Fonds soutient un regroupement stratégique formé de chercheurs de McGill, l'Université de Montréal et l'Université du Québec à Montréal**.

- Centre de recherche sur le langage, le mental et le cerveau (CRLMC)

5.2.4 Nouvelles technologies de la santé

De nombreuses **découvertes technologiques en SNG trouvent des applications dans les sciences de la vie et contribuent à améliorer les connaissances** des outils de diagnostics, thérapeutiques et de

réadaptation, les méthodes de gestion et l'organisation des services de santé. À titre d'exemple, appliquées à la chirurgie, la robotique et l'informatique contribuent au renforcement de la qualité des soins en limitant le traumatisme opératoire. Des systèmes robotiques et de traitement d'images sont utilisés pour assister de façon interactive les activités de planification et d'exécution de procédures chirurgicales (Futura sciences).

Au Québec, les **multiplés travaux sur les nouvelles technologies de la santé sont menés dans plusieurs centres de recherche et sont bien répartis dans les établissements universitaires** (INRS, École de technologie supérieure, McGill, École polytechnique, Université de Montréal, Université de Sherbrooke et Université Laval). Les sciences naturelles et le génie apportent une contribution remarquable à ces technologies composées de spécialités à l'interface d'un nombre important de champs scientifiques : **imagerie médicale, génie tissulaire et cellulaire, robotique et chirurgie assistée, télésanté et télésurveillance, nanobiologie, biomatériaux, biophotonique, bio-capteurs, bio-chips, etc.** Par ailleurs, l'industrie canadienne de fabrication de matériel médical (produits de diagnostic et de traitement d'affections diverses), qui repose sur l'application de divers champs de la biomédecine et du génie, est principalement concentrée en Ontario (66 % des emplois). Toutefois, les industries du secteur sont aussi bien présentes au Québec et offrent 18 % de tous emplois au Canada (Industrie Canada).

Onze regroupements stratégiques contribuent de façon directe ou indirecte à l'avancement des nouvelles technologies de la santé

- Centre d'optique, photonique et laser (COPL)
- Regroupement stratégique en microélectronique du Québec (ReSMiQ)
- Centre de bioreconnaissance et de biocapteurs (CBB)
- Centre de recherches mathématiques (CRM)
- Calcul haute performance – Québec (CHPQ)
- Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (CREFSIP)
- Centre de recherche sur le langage, le mental et le cerveau (CRLMC)(partenariat avec le Fonds Société et Culture)
- Centre de recherche sur les interactions hôte-parasite
- Réseau Québécois de recherche en réalité artificielle distribuée (Réseau QERRAnet)
- Réseau québécois de recherche en synthèse organique (RQRSO)

5.3 Pistes prioritaires

L'ensemble de ces secteurs en émergence ne pourront devenir des créneaux d'excellence au Québec qu'aux conditions suivantes : **développement d'une masse critique de chercheurs et de l'excellence de la recherche, mise en commun des infrastructures et équipements de pointe, implication rapide des utilisateurs potentiels de façon à mener rapidement à des innovations technologiques, développement du personnel hautement qualifié, recrutement des meilleurs chercheurs.**

D'importants investissements sont requis des deux paliers de gouvernement, au delà des programmes réguliers, à l'instar de ce qui se passe dans les autres pays développés.

La responsabilité du Fonds est de continuer à faire émerger ces pôles potentiels d'excellence par l'entremise de ses programmes réguliers et de regrouper les forces vives en recherche, principalement par son programme Regroupements stratégiques. À cette fin, il doit également favoriser le **maillage entre les chercheurs canadiens et accroître les collaborations internationales**

En outre, il **propose de recevoir**, en collaboration, le cas échéant, avec les deux autres Fonds de recherche, **un mandat du gouvernement lui confiant la gestion des sommes visant à accélérer la recherche publique et l'innovation**, selon les cibles et le modèle privilégiés dans chacun des secteurs et prendre ainsi le relais de Valorisation-recherche Québec dans les secteurs prioritaires pour le Québec.

Il compte **développer une entente avec le FRSQ** pour l'appui conjoint à des créneaux technologiques qui ont un fort potentiel d'applications dans le domaine de la santé.

Maintenir le partenariat entre le FQRNT et le FRSQ avec Génome Québec, tant pour l'évaluation scientifique des projets, la formation de personnel hautement qualifié que le repérage de nouveaux courants porteurs.

- Outre le maintien nécessaire des investissements en génomique via Génome Québec, deux domaines devraient faire l'objet d'**investissements prioritaires au cours des trois prochaines années** :

→ **Les nanosciences et les nanotechnologies**

Il est primordial que le développement des nanotechnologies fasse l'objet d'une stratégie canadienne et québécoise et d'investissements publics importants, à l'instar de ce qui a été fait dans le domaine de la génomique. Beaucoup d'investissements en recherche fondamentale sont encore nécessaires avant de mener à des technologies commercialisables. Il y va d'abord de la rentabilité de tous les investissements qui ont été faits en équipements physiques (110 millions de dollars via FCI et MDERR), ainsi que de l'investissement fait par VRQ pour mailler toutes les forces en recherche autour de ces nouveaux équipements.

Il est important que le Québec puisse **cibler les créneaux dans lesquels le Québec est bien positionné au niveau canadien** : nanomatériaux, nanobiotechnologies, nanoélectronique, et transférer rapidement les connaissances aux utilisateurs.

Le Fonds Nature et Technologies et les deux autres Fonds ont signé une entente de partenariat avec la nouvelle corporation NanoQuébec, chargée par le gouvernement du Québec de bâtir un plan d'affaires, en concertation avec l'ensemble des partenaires, pour développer les nanotechnologies au Québec. Cette entente vise la concertation dans le développement stratégique de la recherche, la formation, ainsi que la gestion (évaluation scientifique, suivi), pour le compte de NanoQuébec, des sommes visant le développement de la recherche universitaire ou en partenariat.

→ **Dispositifs et technologies de pointe en TIC**

Le consortium de recherche Prompt-Québec vise le maillage de l'expertise en recherche universitaire dans le domaine des TIC et son accès à l'industrie. Il développe également des projets mobilisateurs, de nature précompétitive dans des domaines jugés prioritaires pour l'industrie, qui sont réalisés en collaboration avec les universités.

L'importance du secteur pour le Québec, l'implication de l'industrie et la force de l'expertise universitaire québécoise dans certains domaines en émergence porteurs pour l'industrie (par exemple la biophotonique et le vidéonumérique) militent en faveur d'un investissement public en soutien à Prompt-Québec, à la fin de l'investissement de Valorisation-Recherche Québec en 2006. Le FQRNT est prêt à assumer pour le compte du gouvernement du Québec la gestion des sommes destinées à assurer ce relais, en partenariat avec d'autres sources de financement public CRSNG, DEC) et privé.

6. Secteurs hautement compétitifs

6.1 Enjeux

Dans quelques secteurs de pointe, la performance économique et l'effort industriel en R-D sont considérables et **le Québec se positionne parmi les chefs de file**.

En dépit d'un recul à ce titre, **il se hisse en effet parmi les leaders mondiaux dans les secteurs aéronautique / aérospatiale et pharmaceutique / biotechnologies**.

Les activités se concentrent principalement dans les régions de Montréal, Québec et Sherbrooke.

Le principal enjeu dans ces secteurs réside dans la capacité du Québec de maintenir sa position de leader. Cet enjeu dépasse les investissements en recherche universitaire. Des efforts massifs et concertés doivent être consentis par l'industrie, les centres de recherche universitaires et les gouvernements.

6.2 Secteurs concernés, forces du Québec et efforts du Fonds

6.2.1 Aéronautique / Aérospatiale

Le Québec est le leader au Canada dans le secteur de l'aérospatiale. Il représente 82 % des exportations canadiennes et près de 55 % de l'activité de l'industrie au Canada, se classe au sixième rang mondial et emploie 39 100 personnes. L'industrie consacre 633 millions de dollars en R-D en 2003. (ISQ, 2004 et MDERR).

Les chercheurs du Québec dominent également ces champs dans les concours du CRSNG et obtiennent respectivement 35 % et 28 % de l'ensemble des subventions en génie aérospatial et en aéronautique et automobile.

Le Fonds est partenaire investisseur du Centre de recherche et d'innovation en aérospatiale du Québec (CRIAQ). Créé par Valorisation-Recherche Québec, ce consortium universités-entreprises à but non lucratif réalise des projets de recherche concertés au stade préconcurrentiel en aérospatiale, en mettant l'accent sur la recherche, l'innovation et la formation. Le CRIAQ regroupe à ce jour 8 universités et 17 entreprises et est signataire de plusieurs accords de coopération internationale.

6.2.2 Pharmaceutique / Biotechnologies

L'industrie biopharmaceutique est composée de plus de 168 entreprises qui emploient environ 15 600 personnes en 2001 (MDERR). Le Québec est le chef de file au Canada en matière de R-D dont les activités sont concentrées dans la région métropolitaine. La plupart des dépenses de R-D de l'industrie pharmaceutique, soit près des deux tiers, sont destinées à la recherche appliquée, principalement aux essais cliniques et concernent davantage les chercheurs en santé. Au Québec, avec la présence de grands laboratoires et de regroupements, la recherche fondamentale est relativement importante comparativement aux autres provinces et requiert davantage la contribution du secteur des sciences naturelles et du génie (Conseil de la science et de la technologie, 2001b).

Dans le secteur des biotechnologies, le Québec a connu une forte croissance depuis le début des années 1990 et est devenu un pôle d'attraction. On compte davantage d'entreprises en biotechnologies ici que toute autre province. Les investissements en R-D totalisent plus de 300 millions de dollars, soit 26 % du total canadien. La recherche s'effectue d'abord en entreprise avec 57 % des dépenses en R-D. Les dépenses des universités s'élèvent à 31 % et celles des laboratoires gouvernementaux à 11 % (Industrie Canada, 2004).

La santé humaine domine le champ des biotechnologies avec 52 % de toutes les dépenses des entreprises et 88 % des dépenses totales de R-D. Seulement 12 % des activités de recherche s'effectuent dans d'autres domaines, tels que : transformation des aliments, bioinformatique, aquaculture, environnement, ressources naturelles et biologie appliquée à l'agriculture.

Cependant, selon une étude récente de SECOR réalisée pour le compte de BioQuébec, l'absence de financement universitaire pour la recherche appliquée a incité les universités à favoriser la création d'entreprises pour financer le développement de technologies à partir de fonds privés provenant de sociétés de capital de risque. **L'effet positif de ces pratiques a été la création d'une industrie des biotechnologies. L'effet négatif a été la création d'une industrie financièrement fragile, possédant un portfolio technologique moins avancé,** en plus d'avoir découragé certains investisseurs qui espéraient des résultats de recherche plus rapides. **La valorisation de la recherche universitaire s'avère incontournable dans ce secteur pour assurer le développement de l'industrie biopharmaceutique au Québec** (SECOR, 2004).

Regroupements stratégiques

- Centre de biorecognition et de biocapteurs (CBB)
- Centre de recherche en amélioration végétale (Centre SÈVE)
- Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (CREFSIP)
- Centre de recherche sur les interactions hôte-parasite
- Centre de recherche sur les matériaux auto-assemblés (CRMAA)
- Réseau québécois de recherche en synthèse organique (RQRSO)

6.2.3 TIC

Les TIC au Québec représentent un secteur de haute technologie important. Malgré une période difficile (2000-2002), il s'agit toujours d'un des principaux moteurs de la croissance économique québécoise. Les investissements en R-D au Québec représentent 19 % de l'ensemble canadien. Une part considérable de la R-D **est consacrée à ce secteur, soit 27,6 % des dépenses au Québec. Ce taux atteint 54,7 % en Ontario.** La récente reprise du secteur n'est pas encore suffisante pour compenser **le recul du Québec dans l'industrie canadienne.** De plus, il perd graduellement du terrain en termes d'investissement public en recherche (Prompt-Québec, juillet 2004). Malgré tout, le Québec fait bonne figure dans certains domaines, en particulier ceux reliés au développement (systèmes, logiciels et applications, traitement de données) et aux services (distribution, accès internet, laboratoire d'essais, formation).

Parmi les initiatives de R-D, mention l'Institut international des télécommunications - Recherche (IIT-R) créé en 2004 pour dynamiser l'innovation et la relance de l'industrie. Il s'agit d'un consortium industriel de recherche précompétitive en télécommunications filaires et sans fil. L'objectif de l'institut est de devenir un catalyseur important de l'innovation dans les applications, les solutions et les technologies au Québec et au Canada. Les principaux acteurs de l'industrie (grandes entreprises et des PME) et les sociétés de capital de risque investissent massivement dans ce consortium avec quelques partenaires universitaires.

Regroupement stratégique

- Centre pour les systèmes et technologies avancés en communications (SYTACOM)

6.3 Pistes prioritaires

Dans ces secteurs très compétitifs, les enjeux en R-D sont avant tout ceux du secteur privé qui reçoit un appui des gouvernements en R-D par d'autres moyens que des investissements publics massifs en recherche (crédits d'impôts, contrats dans le secteur de la défense ou du spatial, programme de partenariats technologiques, etc.).

Le secteur universitaire est donc le plus souvent un petit joueur dans ces domaines, sauf en biotechnologies et en pharmaceutique, et ce, principalement lorsque les applications touchent la santé humaine; l'enjeu y est **davantage celui de la valorisation de la recherche universitaire,** comme condition pour le renforcement des entreprises de biotechnologies.

Le Fonds apportera une contribution significative principalement par l'entremise de ses efforts en appui à la formation d'un personnel très qualifié et à l'émergence de créneaux d'excellence.

Il propose également d'**appuyer le développement de dispositifs (réseaux d'innovation, consortiums), permettant de faire travailler en synergie les chercheurs** industriels, les chercheurs gouvernementaux et les chercheurs industriels **autour de créneaux porteurs pour l'industrie,** et faire ainsi bénéficier rapidement ces secteurs des courants scientifiques et technologiques émergents (modèles CRIAQ, Prompt-Québec). Il pourra recevoir du MDEIE une enveloppe dédiée à cette fin.

Enfin, s'appuyant sur les réflexions soumises par de nombreux acteurs au groupe de travail mandaté pour faire le point sur valorisation de la recherche au Québec, **le FQRNT suggère de gérer une enveloppe dédiée à la valorisation des résultats de recherche universitaire** (maturation commerciale) selon les modalités adaptées aux finalités des secteurs.

Conclusion

Le **Fonds consacre plus de 90 % de son budget à maintenir la base de recherches et de compétences en SNG nécessaires au développement du Québec**, compte tenu de ses caractéristiques physiques, économiques et industrielles. Environ 10 % du budget est investi avec des partenaires dans des thématiques prioritaires et engendre un effet de levier de 1 pour 3.

Il s'est par ailleurs assuré de **favoriser le regroupement de l'expertise québécoise autour de 32 pôles d'excellence en recherche** et en formation, branchés sur l'international et tissant un nombre croissant de partenariats avec les utilisateurs publics et privés. Ces 32 regroupements contribuent à la plupart des secteurs d'intérêts identifiés.

Il a **identifié quatre secteurs ou thèmes de recherche** qui devraient selon lui faire l'objet d'investissements publics importants en recherche au cours des prochaines années, compte tenu de l'envergure des enjeux, de l'expertise disponible au Québec, et de la nécessité d'assumer un certain leadership aux plans canadiens et international. Ces secteurs ou thèmes sont les suivants : **les nanotechnologies, les changements climatiques (mitigation et adaptation); les technologies de l'hydrogène; les technologies de pointe en TIC**. Il propose d'assurer à cette fin, lorsque requis, la gestion des sommes qui lui seront confiées avec un mandat clair et une reddition de comptes au MDEIE.

Il propose par ailleurs d'**accentuer sa contribution à l'innovation** selon les moyens les mieux adaptés aux différents secteurs et domaines auxquels les SNG peuvent contribuer :

- **aux compétences en innovation** : cette cible est valable pour tous les secteurs; le principal levier est le programme BMP Innovation qui a été proposé au MDEIE pour financement.
- **au développement orienté de connaissances et de compétences**: cette cible est surtout valable pour les grandes missions publiques dans le domaine des ressources (**environnement, forêt, agriculture**), le principal levier étant la mise sur pied des programmes orientés de recherche en partenariat.
- **au développement de réseaux d'innovation ou de consortiums** permettant aux chercheurs universitaires et industriels de travailler en synergie, autour de créneaux de recherche préconcurrentiels porteurs pour l'industrie, et de transférer rapidement les technologies émergentes; cette cible est surtout valable pour les secteurs industriels de moyenne et haute technologies (**aluminium, plasturgie et composites, aérospatiale, TIC, etc.**). Le Fonds pourrait gérer une enveloppe dédiée qui lui serait confiée par le MDEIE, dans les secteurs identifiés comme prioritaires par le gouvernement et les partenaires.
- **à la valorisation de la recherche universitaire**, principalement des domaines biotechnologiques et des nouvelles technologies de la santé, en collaboration avec le FRSQ.

Pistes d'action

Domaines et secteurs	Enjeux et investissements visés	Rôle du FQRNT et pistes d'action
1. Base de recherche		
<ul style="list-style-type: none"> ♦ Formation des compétences ♦ Recherches fondamentales et appliquées dans des domaines favorisant l'innovation ♦ Regroupement de l'expertise dans des secteurs clés pour le Québec 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Favoriser le renouvellement et le maintien d'une partie importante de la base de recherche et de la formation des compétences ♦ Assurer une représentation adéquate entre différents domaines de recherche et secteurs clés 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Maintenir l'effort du Fonds dans ces quatre programmes essentiels : Bourses, Nouveaux chercheurs, Projet de recherche en équipe, Regroupements stratégiques ♦ Garder un équilibre entre les programmes du Fonds ♦ Assurer une présence des regroupements stratégiques dans les secteurs clés en SNG pour le Québec
2. Secteurs qui font la spécificité du Québec		
<ul style="list-style-type: none"> ♦ Bioalimentaire <ul style="list-style-type: none"> → Agroalimentaire ® Agriculture et aquaculture ® Nutraceutiques et aliments fonctionnels ♦ Énergie ♦ Ressources naturelles <ul style="list-style-type: none"> → Forêts et produits forestiers ® Mines et produits miniers ♦ Écosystèmes <ul style="list-style-type: none"> → Eaux intérieures et océans → Changements climatiques ♦ Fabrication et construction ♦ Transport 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Améliorer la capacité d'innovation, le transfert et la formation de compétences dans ces secteurs ♦ Domaines d'investissement prioritaires, compte tenu de l'envergure des enjeux sociétaux : <ul style="list-style-type: none"> → Changements climatiques → Nouvelles sources d'énergie : technologies de l'hydrogène / énergies renouvelables (énergie éolienne, biomasse, énergie solaire et géothermie) 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Mettre sur pied le nouveau programme conjoint FQRNT/CRSNG BMP Innovation ♦ Maintenir l'investissement ciblé en partenariat (aménagement de la forêt, gestion de l'eau, bioalimentaire, transformation de l'aluminium) ♦ Améliorer les mécanismes de synergie et de transfert ♦ Compléter le soutien de regroupements stratégiques dans ces grands secteurs (ex. forêt) ♦ Rechercher un effet de levier au niveau des organismes fédéraux ♦ Le cas échéant, assurer la gestion des enveloppes confiées par le gouvernement du Québec

3. Domaines scientifiques et technologiques émergents à fort potentiel

<ul style="list-style-type: none">♦ Génomique, protéomique et bioinformatique♦ Nanosciences et nanotechnologies♦ Dispositifs et technologies de pointe en TIC<ul style="list-style-type: none">→ <i>Optique et photonique</i>→ <i>Microélectronique</i>→ <i>Autres (imagerie, multimédia)</i>♦ Sciences cognitives♦ Nouvelles technologies de la santé	<ul style="list-style-type: none">♦ Continuer à faire émerger des pôles potentiels d'excellence par les programmes réguliers♦ D'importants investissements sont requis dans ces domaines prioritaires :<ul style="list-style-type: none">→ Nanosciences et Nanotechnologies→ Dispositifs et technologies de pointe en TIC	<ul style="list-style-type: none">♦ Regrouper les forces vives en recherche (programme Regroupements stratégiques) et favoriser le maillage sur les scènes canadienne et internationale♦ Développer une entente avec le FRSQ dans des créneaux technologiques en santé♦ Maintenir le partenariat entre le FQRNT et le FRSQ avec Génome Québec (évaluation scientifique des projets, formation de personnel hautement qualifié, repérage de nouveaux courants porteurs)♦ Recevoir un mandat du gouvernement du Québec pour la gestion des sommes visant à accélérer la recherche publique, le transfert et l'innovation dans des secteurs prioritaires pour le Québec♦ Contribuer à valorisation de la recherche universitaire
--	---	---

4. Secteurs hautement compétitifs

<ul style="list-style-type: none">♦ Aéronautique / Aérospatiale♦ Pharmaceutique / Biotechnologies♦ TIC	<ul style="list-style-type: none">♦ Maintenir les positions de leaders par des efforts massifs et concertés de l'industrie, des centres de recherche universitaires et des gouvernements dans ces domaines:<ul style="list-style-type: none">→ Aérospatiale→ Pharmaceutique / biotechnologies→ TIC	<ul style="list-style-type: none">♦ Soutenir la formation d'un personnel très qualifié et l'émergence de créneaux d'excellence♦ Appuyer le développement de réseaux d'innovation et de consortiums de recherche préconcurrentiels formés de chercheurs universitaires, gouvernementaux et industriels et réunis autour de créneaux porteurs pour l'industrie (modèles CRIAQ, Prompt-Québec)♦ Contribuer à la valorisation de la recherche universitaire♦ Gérer les enveloppes dédiées à cette fin
--	--	--

Annexe 1

Contribution du Fonds Nature et Technologies aux domaines prioritaires 2004-2005

	Regroupements stratégiques	Actions concertées	
		Programmes	nb de projets
1- Base de recherche			
	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Centre de recherches mathématiques (CRM) ♦ Centre Observatoire du mont Mégantic (OMM) ♦ Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions (GERAD) 		
2- Secteurs qui font la spécificité du Québec			
Bioalimentaire	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Centre de recherche en amélioration végétale (Centre SÈVE) ♦ Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF) ♦ Regroupement en hydrométéorologie appliquée (HYMAP) 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Soutien stratégique à la promotion et à la consolidation de la recherche sur l'environnement rural ♦ Recherche et développement en agroenvironnement (IRDA) ♦ Production et transformation laitières ♦ Sciences et les technologies de la mer ♦ Aliments fonctionnels et produits nutraceutiques 	<ul style="list-style-type: none"> 10 1 (8 en 2003-2004) 9 9 9
Écosystèmes	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Calcul haute performance – Québec (CHPQ) ♦ Centre de recherche en géochimie et géodynamique (GEOTOP-UQÀM-McGILL) ♦ Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (CREFSIP) ♦ Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) ♦ Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL) 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Soutien stratégique à la promotion et à la consolidation de la recherche sur l'environnement rural ♦ Sciences et technologies de la mer ♦ Recherche et développement en agroenvironnement (IRDA) ♦ Forêt boréale et son écologie au Saguenay Lac Saint-Jean ♦ Recherche en aménagement et environnement forestiers 	<ul style="list-style-type: none"> 10 9 1 (8 en 2003-2004) 26 47
Changements climatiques	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Centre de recherche en amélioration végétale (Centre SÈVE) ♦ Centre de recherche en géochimie et géodynamique (GEOTOP-UQÀM-McGILL) ♦ Centre de recherche sur les changements climatiques et l'environnement global (C3EG) ♦ Centre d'études nordiques (CEN) ♦ Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (Québec-Océan) 		

Eaux intérieures et océans	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Centre de recherche en géochimie et géodynamique (GEOTOP-UQÀM-McGILL) ♦ Centre de recherche sur les changements climatiques et l'environnement global (C3EG) ♦ Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL) ♦ Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (Québec-Océan) ♦ Regroupement en hydrométéorologie appliquée (HYMAP) 		
Fabrication et construction	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Centre de recherche en plasturgie et composites (CREPEC) ♦ Centre de recherche sur les infrastructures en béton (CRIB) ♦ Centre d'Infrastructures Sismiques Majeures Interuniversitaires du Québec (CISMIQ) ♦ Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) ♦ Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ) ♦ Regroupement stratégique en recherches sur l'aluminium (REGAL) 	♦ Innovation et la valorisation de l'aluminium :	6 (2005-2006)
Transport	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Calcul haute performance – Québec (CHPQ) ♦ Centre de recherche sur les transports (CRT) (partenariat avec le Fonds Société et Culture) ♦ Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) ♦ Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions (GERAD) 	♦ Programme de recherche universitaire en sécurité routière (Action concertée Fonds Nature et Technologies-MTQ-SAAQ). Une vingtaine de projets en cours.	20
Énergie	♦ Réseau de recherche sur les piles à combustible et l'hydrogène (PACH2)		
Ressources naturelles : La forêt		<ul style="list-style-type: none"> ♦ Forêt boréale et son écologie au Saguenay Lac Saint-Jean : 26 projets de recherche ♦ Recherche en aménagement et environnement forestiers 	47

3- Secteurs émergents à fort potentiel

Génomique, protéomique et bioinformatique	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (CREFSIP) ♦ Centre de recherche sur les interactions hôte-parasite
Nanosciences et nanotechnologies	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Centre de biorecognition et de biocapteurs (CBB) ♦ Centre de recherche en plasturgie et composites (CREPEC) ♦ Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (CREFSIP) ♦ Centre de recherche sur les matériaux auto-assemblés (CRMAA) ♦ Centre d'optique, photonique et laser (COPL) ♦ Le Regroupement québécois sur les matériaux de pointe (RQMP) ♦ Réseau stratégique en sciences et applications avancées des plasmas (PLASMA QUÉBEC)
Dispositifs et technologies de pointe	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Calcul haute performance – Québec (CHPQ) ♦ Centre de recherche sur les transports (CRT) (partenariat avec le Fonds Société et Culture) ♦ Centre d'optique, photonique et laser (COPL) ♦ Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions (GERAD) ♦ Regroupement stratégique en microélectronique du Québec (ReSMiQ) ♦ Réseau Québécois de recherche en réalité artificielle distribuée (Réseau QERRAnet)
Sciences cognitives	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Centre de recherche sur le langage, le mental et le cerveau (CRLMC)
Nouvelles technologies de la santé	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Centre d'optique, photonique et laser (COPL) ♦ Regroupement stratégique en microélectronique du Québec (ReSMiQ) ♦ Centre de biorecognition et de biocapteurs (CBB) ♦ Centre de recherches mathématiques (CRM) ♦ Calcul haute performance – Québec (CHPQ) ♦ Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (CREFSIP) ♦ Centre de recherche sur le langage, le mental et le cerveau (CRLMC) ♦ Centre de recherche sur les interactions hôte-parasite ♦ Réseau Québécois de recherche en réalité artificielle distribuée (Réseau QERRAnet)

- ♦ Réseau québécois de recherche en synthèse organique (RQRSO)
-

4-Secteurs hautement compétitifs

- | | |
|---------------------------------|--|
| Aéronautique et
aérospatiale | ♦ Consortium de recherche et d'innovation en
aérospatiale au Québec (CRIAQ) |
|---------------------------------|--|
-

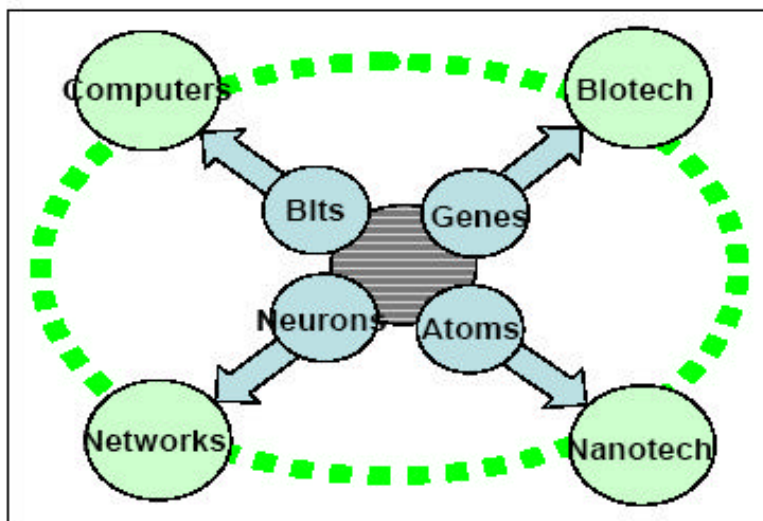
- | | |
|-------------------------------------|--|
| Pharmaceutique
/ Biotechnologies | ♦ Centre de biorecognition et de
biocapteurs (CBB)
♦ Centre de recherche en amélioration
végétale (Centre SÈVE)
♦ Centre de recherche sur la fonction, la
structure et l'ingénierie des protéines
(CREFSIP)
♦ Centre de recherche sur les interactions
hôte-parasite
♦ Centre de recherche sur les matériaux auto-
assemblés (CRMAA)
♦ Réseau québécois de recherche en
synthèse organique (RQRSO) |
|-------------------------------------|--|
-

- | | |
|-----|---|
| TIC | ♦ Centre pour les systèmes et technologies
avancés en communications (SYTACOM) |
|-----|---|
-
-

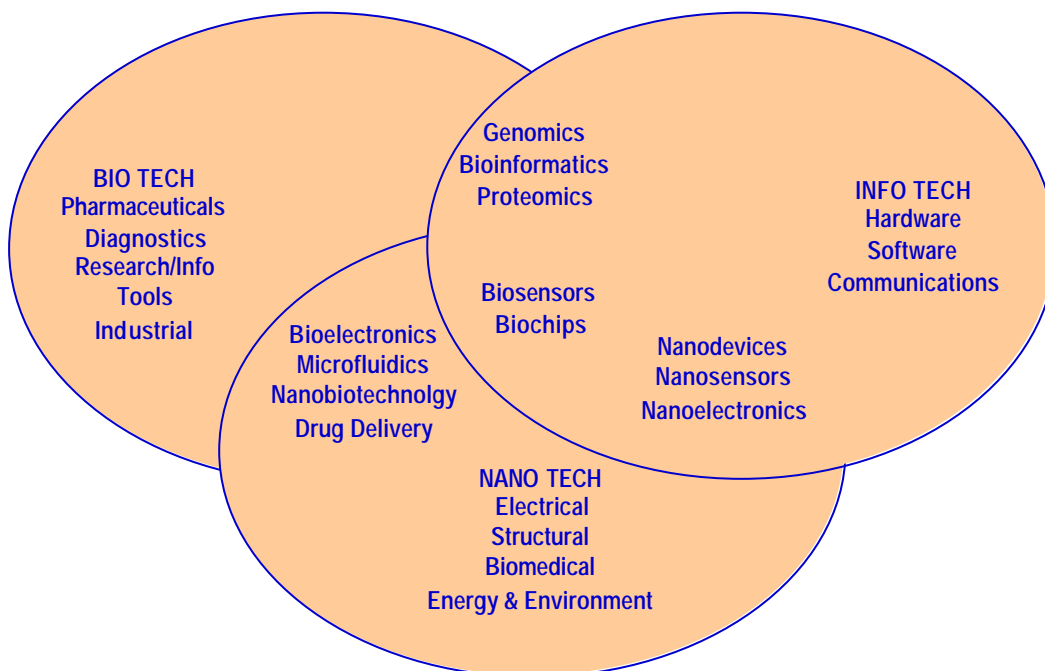
Annexe 2

Quelques approches basées sur les technologies convergentes

1- Convergence (CNRC, 2003)



2- Three converging Revolution, Next Silicon Valley Leadership Group (2002)



Annexe 3

Exemples de politiques de sciences et d'innovation

Les priorités du Sixième Programme-cadre 2002-2006 de la Commission européenne

La CE concentre son financement dans sept domaines qui constituent autant « de champs extrêmement prometteurs », d'une grande « valeur ajoutée » et qui encouragent la « complémentarité et la multidisciplinarité ».

Trois thématiques convergentes en proportion du budget de 11,3 milliards €

- Génomique et biotechnologie pour la santé 20,9 %
- Technologies pour la société de l'information 32,1 %
- Nanotechnologies et nanosciences, matériaux multifonctionnels, procédés de production 11,5 %

(Commission européenne, 2002)

La NSF identifie dans son plan stratégique 2003-2008 des domaines prioritaires que l'on estime porteurs en terme d'avancées scientifiques et de retombées socioéconomiques. Outre le «Human and Social Dynamics» et le «Workforce for the 21st Century», quatre priorités convergentes sont ciblées :

- Biocomplexity in the Environment
- Information Technology Research
- Mathematical Science
- Nanoscale Science and Engineering

(NSF, 2003)

Références

- Commission européenne (2002), *Les priorités du Sixième Programme-cadre 2002-2006*. Numéro spécial de RDT info, novembre.
- Conseil de la science et de la technologie (2005), *Les neurosciences au Québec. Un créneau d'excellence au bénéfice de la société*
- Conseil de la science et de la technologie (2005), *Les préoccupations des Québécois et des Québécoises face à l'avenir*.
- Conseil de la science et de la technologie (2003), *Bâtir et innover. Tendances et défis dans le secteur du bâtiment. Avis*.
- Conseil de la science et de la technologie (2001a), *Innovation et développement durable : l'économie de demain. Avis*.
- Conseil de la science et de la technologie (2001b), *L'innovation sectorielle, une exploration pour une politique québécoise de l'innovation. (aérospatiale, pharmaceutique, produits forestiers). Avis*.
- Conseil national de la recherche du Canada (CNRC) (2003). *Bio-Systemics Synthesis. Science and Technology Foresight Pilot Project. STFP Research Report #4*.
- Freedman, Ron (2005), « Time to Focus on Industrial Research », *Research Money*, vol. 19, no 4.
- Gingras, Yves (2004), « L'université en mouvement », *Égalité*, numéro 50, p.13-28.
- Gouvernement du Québec (2002). *L'eau. La vie. L'avenir. Politique nationale de l'eau*.
- Industrie Canada (2004). *La biotechnologie au Canada. Aperçu par région*. Direction générale des sciences de la vie.
- Institut pour le progrès socio-économique (IPSE) (2002), *Les Biotechnologies au Québec. Un diagnostic fondé sur huit conditions de croissance*.
- International Council for Science (ICSU) (2004), *The value of Basic Scientific Research, a formal ICSU position statements*, décembre.
- OCDE (2004a), *Politiques de la science et de l'innovation. Principaux défis et opportunités*.
- OCDE (2004b), *Science, technologie et industrie. Perspectives de l'OCDE*.
- OCDE (2003a), *Gouvernance de la recherche publique, vers de meilleures pratiques*.
- OCDE (2003b), *Objectif R-D : Les répercussions de l'accroissement des dépenses de R-D sur l'économie et l'action publique (document de travail STI 2003/8)*.
- OCDE (2003c), *Science, technologie et industrie. Tableau de bord de l'OCDE, 2003*.
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2005), *Les filières industrielles sur le territoire québécois : la place de l'agroalimentaire*, Direction de l'innovation scientifique et technologique. Document de travail
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2004), *Recherche et innovation* (<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Ministere/Info/rechercheinnovation>)
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2002), *La recherche, la science et l'innovation en agroalimentaire 1997-2001*.
- Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche (2005), *Les technologies convergentes. Document de travail*. Direction de l'information stratégique et de la prospective.
- Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche (2004), *Les matériaux avancés au Québec*. Direction des technologies stratégiques.
- Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche (2003), *Tableau de bord du système d'innovation québécois*.
- Ministère de l'Environnement du Québec (2004), *Rapport annuel de gestion 2003-2004*.

Ministère de l'Environnement du Québec (2001), *Plans stratégiques du ministère et des organismes sous la responsabilité du ministre de l'Environnement*.

(http://www.menv.gouv.qc.ca/ministere/plan_strategique/Section1-3contexte.htm#general)

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (2004a), *Contexte de l'industrie des pâtes et papiers dans le monde*.

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (2004b), *L'Énergie au Québec*, Direction des politiques et des technologies de l'énergie, Secteur de l'énergie et des changements climatiques.

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (2004c), *Le secteur énergétique au Québec, Contexte, enjeux et questionnements*.

National Science Foundation (2003), *National Science Foundation Strategic Plan FY 2003 – 2008*.

The Next Silicon Valley Leadership Group (2002), *Preparing for the Next Silicon Valley, Opportunities and Choices*.