



Une infrastructure en nanotechnologie pour la région de Montréal

Analyse et phase initiale du plan d'exécution

**Répondre aux exigences en ressources humaines
et
aux besoins d'une sensibilisation accrue**

**Préparé par Clive Willis
Assisté par Johanne Émond**

Janvier 2002

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Ce nouveau domaine technologique et scientifique de la nanotechnologie offre d'immenses possibilités pour transformer de façon significative des secteurs majeurs de l'économie mondiale au cours des prochaines décennies. Le haut niveau d'excellence scientifique de la région de Montréal pourrait lui permettre de devenir un centre de nanotechnologie d'envergure mondiale et un chef de file au Canada. Cependant, il faut agir sans délai pour développer un programme de recherche de base qui refléterait à la fois les forces et les besoins de la région. Il faut aussi entamer des démarches pour la création d'une infrastructure d'innovation pour le secteur de la nanotechnologie de la région de Montréal. Ces premières interventions doivent d'abord viser la mise en place d'un programme qui s'assurera de répondre aux exigences en ressources humaines actuelles et futures ainsi que d'une campagne de sensibilisation auprès des secteurs financier et industriel de la région de Montréal.

Ce rapport présente une série de recommandations qui visent à établir un plan d'action structuré facilitant le développement d'une infrastructure en nanotechnologie. De ce plan d'action émergera une mosaïque d'activités qui devront s'effectuer de concert. Le présent rapport se concentre principalement sur l'élaboration de l'infrastructure et plus précisément sur les questions liées à l'élaboration et à la formation d'un bassin de personnel qualifié en nanotechnologie. De plus, il offre un point de vue sur le positionnement de Montréal et sa région vis-à-vis la performance d'autres acteurs de premier plan ailleurs dans le monde et précise davantage les conditions requises pour une infrastructure d'envergure en nanotechnologie.

Au fur et à mesure de la mise en place du programme, il s'avérera important de tisser des relations étroites avec les secteurs technologiques complémentaires tels la biotechnologie, les matériaux de pointe, l'aérospatiale et les télécommunications. Parmi les recommandations, il est suggéré que la Table métropolitaine d'Emploi-Québec prenne la responsabilité d'entamer les démarches de l'élaboration de cette infrastructure en nanotechnologie en partenariat avec NanoQuébec et Montréal TechnoVision. Afin de s'assurer que les besoins du secteur privé sont pris en considération dès la phase de démarrage du développement de l'infrastructure en nanotechnologie, il faudra prévoir la mise en place d'un comité de coordination industrie-commerce.

NANOTECHNOLOGIE: LES BESOINS D'UNE INFRASTRUCTURE POUR LA RÉGION DE MONTRÉAL

INTRODUCTION

Cette nouvelle émergence scientifique que représente la nanotechnologie se définit comme un domaine de recherche axé sur la compréhension et l'exploitation du phénomène qui différencie les matériaux et les systèmes structurés à l'échelle nanométrique des matériaux et structures de plus grande échelle. Des percées scientifiques intéressantes découleront d'un processus soigné de compréhension, de caractérisation et de contrôle scientifique de ce phénomène nanométrique. Les matériaux et les structures ainsi développés à une telle échelle seront caractérisés par des propriétés physiques, chimiques, électroniques et biologiques tout à fait nouvelles.

Il est important de noter que ce domaine technologique des nanotechnologies représente un potentiel socioéconomique d'envergure, un domaine très prometteur qui touche de multiples secteurs industriels et économiques allant de l'aérospatiale aux télécommunications avec une influence d'importance majeure auprès d'un bon nombre de ces secteurs industriels de renom. Cette influence sera tellement vaste que d'ici 20 à 30 ans, la nanotechnologie représentera une contribution technologique de plus de 25 % à l'économie mondiale.

SECTEURS INDUSTRIELS À GRAND POTENTIEL POUR LES APPLICATIONS NANOTECHNOLOGIQUES

L'aérospatiale, l'automobile, la biotechnologie, les produits chimiques, l'énergie, l'environnement, la fabrication, la foresterie, les mines, la santé, les télécommunications.

Avec l'émergence de la nanotechnologie, la production des matériaux et des appareils va être radicalement modifiée. En effet, les divers secteurs de l'industrie de la fabrication des matériaux connaîtront une grande révolution grâce à la capacité de synthétiser des nanocomposantes en en contrôlant avec précision le format et la composition, pour ensuite les assembler en de plus grandes structures aux propriétés et aux fonctions uniques¹.

Dans les domaines de l'électronique et des télécommunications, la présence de la nanotechnologie se manifestera de différentes façons :

¹ Voir le : « National Nanotechnology Initiative »

Un rapport réalisé par le "Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology; Committee on Technology, National Science and Technology Council", Office of Science and Technology Policy, Washington, D.C., Février 2000.

- (i) permettre la production de microprocesseurs nanophases fonctionnant à plus haute vitesse, coûtant moins cher et exigeant une plus faible consommation énergétique;
- (ii) produire des systèmes de communication à fréquences de transmission plus élevées;
- (iii) permettre une meilleure utilisation du spectre optique, de façon à augmenter d'au moins 10 fois la largeur de bande;
- (iv) faciliter la production de très petits appareils à mémoire multitérabit ainsi que de systèmes intégrés de nanocapteurs à faible consommation d'énergie, dotés d'une capacité de rassembler, traiter et communiquer une quantité imposante de données;
- (v) permettre la réalisation de stations de réalité virtuelle à prix abordable et pouvant servir d'outils d'enseignement modifiables selon les besoins individuels;
- (vi) fournir une puissance de calcul qui permettrait le fonctionnement entièrement informatisé et téléguidé des véhicules de combat et des véhicules civils, et
- (vii) offrir une capacité de communication qui diminuerait la fréquence des voyages d'affaires et les déplacements au travail.

Dans les domaines de la médecine et de la santé, la nanotechnologie fera ses preuves de façon révolutionnaire :

- (i) en élargissant la capacité de caractériser la constitution génétique d'un individu, révolutionnant ainsi la spécificité des diagnostics et des traitements;
- (ii) en permettant le développement de nouvelles préparations et de nouveaux systèmes de relargage de médicaments, accroissant ainsi considérablement leur potentiel thérapeutique;
- (iii) en permettant la caractérisation des propriétés chimiques et mécaniques des cellules, et
- (iv) en favorisant la production de nanomatériaux organiques et inorganiques qui pourront être introduits dans les cellules pour aider à l'évaluation des diagnostics et possiblement agir sous forme de composants actifs.

De plus, les augmentations significatives de la puissance de calcul dues à la nanotechnologie faciliteront la caractérisation des réseaux macromoléculaires dans un environnement réaliste en permettant :

- (i) d'obtenir des séquençages génomiques plus rapidement et plus efficacement;
- (ii) d'offrir des soins de santé moins coûteux grâce à l'utilisation de dispositifs télécommandés et in vivo;
- (iii) de cibler le relargage de nouvelles sortes de médicaments qui agiront sur des parties du corps jusqu'à maintenant inaccessibles;
- (iv) de développer des tissus et des organes artificiels moins susceptibles d'être rejetés;
- (v) d'offrir des appareils révolutionnaires adaptés aux handicaps visuels ou auditifs, et

- (vi) de fabriquer des capteurs intégrés qui pourront détecter les maladies corporelles dès leur apparition.

Dans le domaine de l'aérospatiale, l'arrivée des matériaux et des appareils nanophases favorisera :

- (i) la conception et la production de matériaux légers et thermiquement stables;
- (ii) la fabrication d'ordinateurs à haut rendement, à faible besoin énergétique et résistant aux radiations;
- (iii) la production de nano-instrumentation et de capteurs avioniques nanophases et nanoélectroniques, et
- (iv) la fabrication de revêtements nanophases anti-usure, pouvant inclure leur capacité d'agir comme barrières thermiques.

L'impact révolutionnaire de la nanotechnologie pourrait également se faire ressentir dans les domaines de l'efficacité énergétique, de l'entreposage et de la production. De même, elle pourrait faire évoluer de façon significative les dispositifs de surveillance environnementale de même que de multiples applications permettant de remédier aux nombreux problèmes et défis environnementaux. Par le biais de la production de meilleurs filtres, de meilleurs catalyseurs et de la panoplie de matériaux composites de pointe aux applications multiples, l'influence importante de la nanotechnologie sera perçue dans les domaines du contrôle, de la fabrication et du traitement industriels.

De même, la nanotechnologie aura des impacts significatifs dans les secteurs de la biotechnologie, de l'agriculture, de la sécurité et de l'éducation.

La technologie est reconnue comme un des facteurs majeurs qui contribuent à l'évolution de l'économie mondiale et, de pair, les applications dérivées de la nanotechnologie envahiront presque tous les secteurs technologiques. La nanotechnologie permettra de développer les technologies émergentes pouvant être commercialisées à grande échelle. La production industrielle nanotechnologique pourrait atteindre au-delà de un trillion de dollars au cours des 10 à 15 prochaines années et favoriserait l'embauche de près de deux millions de travailleurs spécialisés en nanotechnologie et provenant de tous les secteurs industriels².

Cependant, malgré l'envergure impressionnante de ses applications, dans les faits, la nanotechnologie ne compte qu'un échantillonnage très spécifique de produits et services génériques dont très peu ont été développés pour le marché commercial. La gamme de produits et services se retrouve plus

² "International Strategy for Nanotechnology Research and Development"

M.C. Roco, Conseiller principal pour "Nanotechnology, NSF", mroco@nsf.gov

Journal of Nanoparticle Research, Kluwer Academic Publications, Vol 3, N° 5-6, p. 353-360, 2001.

Document connexe au symposium *Global Nanotechnology networking, International Union of Materials*, 28 août 2001.

particulièrement dans deux catégories, soit les produits reliés au domaine des sciences de la vie et les produits reliés aux matériaux tels la céramique, les métaux, les composites, etc.

GAMME DE PRODUITS DÉRIVÉS DE LA NANOTECHNOLOGIE

Produits des sciences de la vie

Biocapteurs
Bioporteurs
Biomembranes
Biostructures
Tissus bio
Bio-MEMS
Biosystèmes

Produits à base de matériaux

Nanocapteurs
Nanocatalyseurs
Nanomembranes
Nanocéramique
Nanotissus
Nano-MEMS
Nanosystèmes

Le Québec et surtout la région de Montréal peuvent compter sur un acquis substantiel des atouts de base dans les domaines de l'ingénierie et des sciences liées à la nanotechnologie qui leur permettrait de développer un secteur économique de niveau international et, ainsi, se positionner comme chef de file au Canada dans ce domaine³. Les universités de la grande région de Montréal possèdent déjà des compétences d'envergure dans les domaines des sciences de la vie et des matériaux en plus d'offrir des programmes dynamiques de base en sciences. Afin de faire valoir l'importance du domaine des nanotechnologies, ces universités ont collaboré pour la mise sur pied d'un programme commun concerté, vers la mi-2001, en créant NanoQuébec, réseau universitaire qui englobe les nanosciences, les nanosystèmes et les nanotechnologies.⁴ Parmi les universités qui font partie de ce réseau, on retrouve l'Université de Montréal, l'Université McGill, l'École polytechnique de Montréal et l'INRS – Énergie et matériaux. NanoQuébec compte déjà sur l'implication d'au-delà de 100 professeurs dans la région de Montréal et de 30 à 50 nouveaux postes de professeurs sont prévus d'ici cinq ans⁵.

NanoQuébec représente donc une concertation de connaissances et de compétences d'importance majeure, tout en offrant une grande capacité pour générer d'excellentes perspectives d'avenir pour l'exploitation commerciale des connaissances en nanotechnologie.

³ Voir *Les nanotechnologies: La maîtrise de l'infiniment petit*. Conseil de la science et de la technologie du Québec, juin 2001.

⁴ Voir *Valorisation-Recherche Québec - Projets d'envergure*
www.vrq.qc.ca/resume2html#NanoQuebec

⁵ Voir le site Web de NanoQuébec :
www.nanoquebec.ca

NANOQUÉBEC

Une concertation de connaissances et de compétences d'importance majeure en nanotechnologie

Dans les secteurs suivants :

- Sciences de la vie
- Recherche sur les matériaux
- Sciences de base

-

Au profit de l'évolution économique et technologique du
marché commercial au Québec

Si le domaine de la nanotechnologie suit le même processus de développement qu'a connu l'évolution de la biotechnologie, ce seront les petites entreprises technologiques qui formeront les principaux porteurs d'information vers la commercialisation du secteur. Ces entreprises devront donc être soutenues de façon importante. Le secteur de la nanotechnologie au Québec peut déjà compter quelques petites entreprises en phase de démarrage. Pour le moment, elles ont une capacité limitée de commercialisation.

CRÉATEURS D' OPPORTUNITÉS COMMERCIALES

Porteurs d'information nanotechnologique sur la place du marché

Nouvelles entreprises technologiques, alliances stratégiques, coentreprises.

Pour permettre à la grande région de Montréal d'atteindre son plein potentiel dans le domaine de la nanotechnologie et d'en tirer des retombées économiques optimales, il faudra commencer à mettre en place les éléments de base d'une infrastructure forte et dynamique ainsi que développer une main-d'œuvre qualifiée.

Il est vital que les démarches nécessaires pour développer l'infrastructure de base de ce secteur soient entamées sans délai, même si le secteur économique de la nanotechnologie n'est qu'en phase de démarrage, car on peut facilement en prévoir les importantes retombées économiques au cours de la prochaine décennie. Il est donc primordial de mettre en place sans tarder l'infrastructure nécessaire.

L'APPROCHE

Même si ce rapport n'avait pas pour mandat premier d'évaluer le positionnement de la région de Montréal dans son contexte national ou international, il faut toutefois souligner que malgré sa notoriété d'être un des deux chefs de file au Canada en nanotechnologie, le Grand Montréal se situe très loin derrière la plupart de ses homologues des autres pays, notamment ceux des États-Unis, de l'Europe et du Japon. Par exemple, le *National Nanotechnology Initiative*, aux États-Unis, finance plusieurs centres d'excellence à travers le pays avec un soutien financier additionnel provenant de tous les paliers de gouvernement, de divers fonds universitaires et de contributions importantes de l'industrie. Un autre exemple d'initiative intéressante se situe en France. En janvier, la France a versé une somme de 150 millions de dollars pour l'inauguration d'un centre en nanotechnologie à Grenoble. Cette initiative a déjà engendré des investissements d'au-delà de 300 millions de dollars au cours des derniers mois en plus de favoriser l'émergence d'un bon nombre de nouvelles entreprises dans la région.

Les centres américains se trouvent directement liés à des programmes de recherche et de formation universitaires des plus dynamiques et éclipsent de loin tous les efforts développés actuellement au Canada. L'initiative menée à Albany est un bon exemple des efforts dont font preuve les États-Unis pour se positionner comme chef de file à l'échelle mondiale dans ce domaine technologique ainsi que de la compétition internationale à laquelle Montréal et sa région doivent se mesurer. Il faut également souligner que plus de 20 à 30 initiatives semblables à celle d'Albany font leur marque ailleurs aux États-Unis et dans d'autres pays.

Grâce à une contribution initiale de 150 millions de dollars de la part d'IBM et de l'État de New York, un centre d'excellence en nanoélectronique a été inauguré à l'Université d'Albany, New York (SUNY). L'université offrira un programme de maîtrise et de doctorat en nanosciences, qui comprendra la physique, la chimie, l'informatique et la biologie, sans oublier des études en nanotechnologies et matériaux de pointe. L'objectif précis de cette initiative est d'établir un bassin de chercheurs et de scientifiques hautement qualifiés, élément crucial pour mener à bien un développement économique des plus prospères pour la région.

L'État de New York a aussi versé une somme de 70 millions de dollars au centre de nanotechnologie pour la recherche en microélectronique et en nanoélectronique. C'est un investissement qui s'inscrit à l'intérieur d'une initiative de 1 milliard de dollars de la part de l'État. À cette somme s'ajoutera un investissement additionnel de près de 3 milliards de dollars de la part du secteur industriel, du gouvernement fédéral, des universités et de diverses autres sources.

En utilisant toutes ses sources de financement, l'université évalue le budget du centre d'excellence en nanoélectronique à près de 200 millions de dollars pour les cinq prochaines années.

L'envergure de cette initiative ne s'arrête pas là, car il existe également le *Nanoscale Science and Engineering Centre for Directed Assembly of Nanostructures*, financé par le *National Nanotechnology Initiative* et qui fait aussi partie de l'Université d'Albany. Ce consortium d'importance s'inscrit à l'intérieur du *Rensselaer Polytechnic Institute* et rassemble des entreprises d'envergure du secteur industriel telles ABB, Kodak, Philip Morris, Albany International et IBM. Pour le moment, on ne retrouve qu'environ une douzaine de nouvelles entreprises nanotechnologiques issues de ces initiatives, mais l'évolution de ce secteur est très rapide et il est fort à parier que ce chiffre augmentera de façon significative dans un avenir prochain.

Même s'il n'existe pas encore de consensus sur l'impact et l'ampleur potentiels de la nanotechnologie à l'échelle mondiale⁶, il est certain que le Canada a un retard considérable et doit faire un effort absolu pour être à la hauteur des défis qui se présentent ainsi que pour se positionner parmi les chefs de file mondiaux. La grande région de Montréal est bien placée pour diriger cette démarche.

L'infrastructure pour ce domaine devra donc être gérée de façon à refléter le développement économique envisagé et non l'état actuel de l'exploitation commerciale qui en est encore à son point de démarrage. La figure 1 ci-dessous démontre la proposition d'une structure de base qui a été formulée selon le modèle du secteur de la biotechnologie. Les nouvelles données d'information seront transmises au secteur commercial par le biais de petites entreprises technologiques, par la formation de consortiums entre les entreprises déjà établies et les entreprises de démarrage, et par une grande variété d'alliances stratégiques entre les intervenants de multiples secteurs. La participation d'entreprises industrielles de marque sera importante dans la phase initiale de développement du secteur tant au niveau des collaborateurs dans l'exploration de nouvelles applications qu'au niveau de l'apprentissage de la familiarisation du marché mondial.

La concertation de connaissances regroupée sous le chapiteau du réseau NanoQuébec représente sans équivoque les premières compétences en nanotechnologie pour la région de Montréal. Cependant, les entités qui peuvent aider à la commercialisation des applications nanotechnologiques auront à prêter main-forte aux entreprises porteuses d'informations pour le secteur commercial. Les universités continueront d'offrir des services de commercialisation, mais il faudra aussi compter sur la participation des instituts du CNRC de la région de Montréal pour assurer l'évolution dynamique de ce secteur et pour être bien intègre par rapport à l'ensemble des capacités de Montréal et sa région. Plus spécifiquement, l'Institut de recherche en biotechnologie du CNRC s'impliquera dans la

⁶ Voir, par exemple, *Nanotech: The Science of the Small gets down to Business*, Scientific American Special Issue, Septembre 2001.

nanobiotechnologie, et l'Institut des matériaux industriels du CNRC occupera une place majeure dans le domaine des matériaux⁷.

Il est toutefois plus difficile de définir les besoins en applications nanotechnologiques de la région de Montréal. Antérieurement, le secteur de l'aérospatiale et Hydro-Québec, agissant souvent de concert, étaient les premiers à se doter des nouvelles technologies permettant à l'industrie de développer une base de production. De même, les grandes entreprises pharmaceutiques ont soutenu le secteur biotechnologique de la région de Montréal dans sa phase de démarrage en se dotant des nouvelles technologies, des produits et des services qui émergeaient du secteur. Par contre, en ce qui concerne la nanotechnologie, il n'existe pas une telle présence monolithique qui pourrait ainsi servir de bassin de demandes pour les applications nanotechnologiques. Un effort considérable de la part des entreprises du secteur des sciences de la vie et du secteur des matériaux sera nécessaire pour stimuler la demande d'applications nanotechnologiques. Les secteurs suivants devront être visés : les télécommunications, l'aérospatiale, l'automobile et tout le secteur biotechnologie/santé.

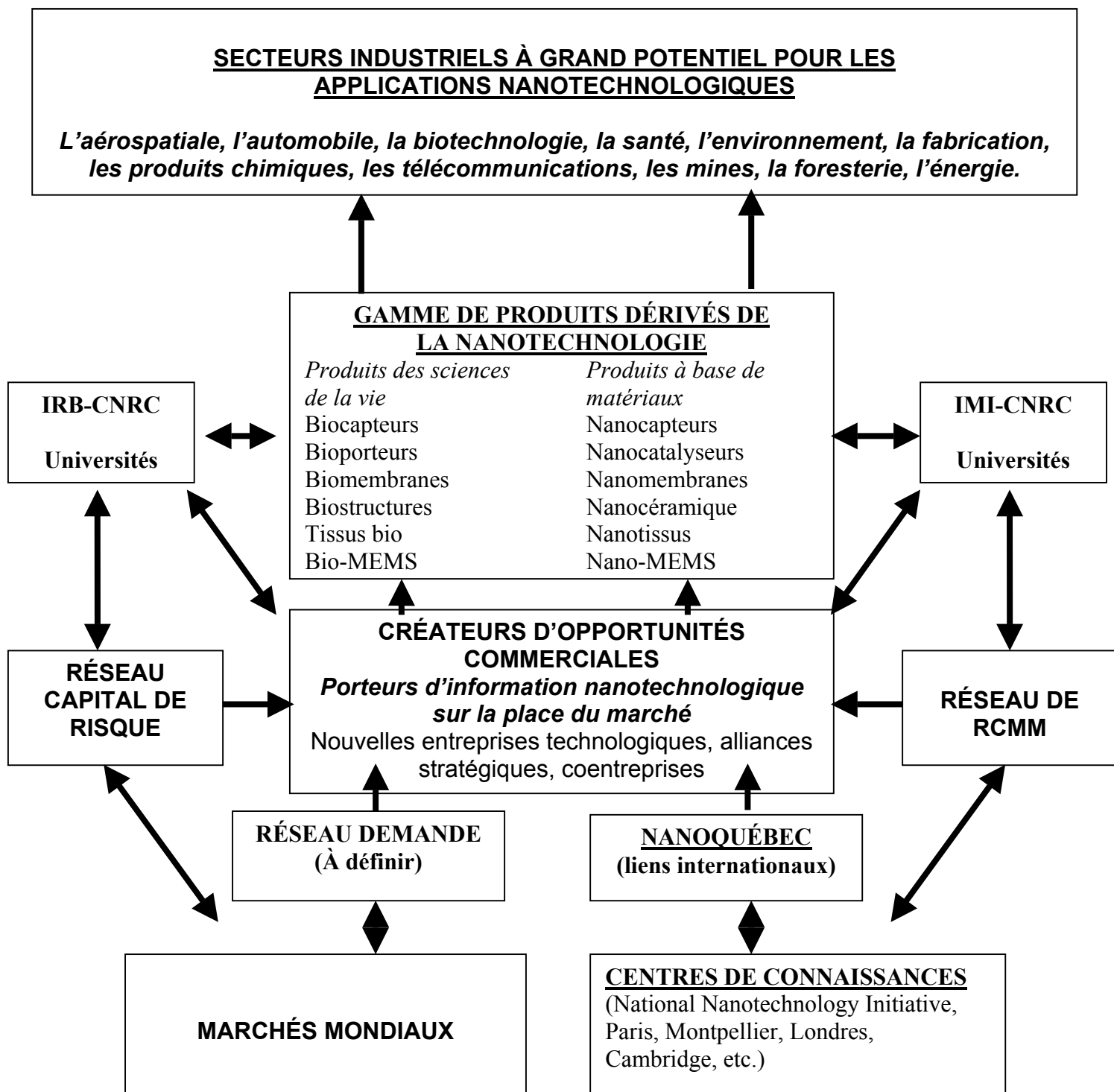
Compte tenu de la diversité des intérêts des intervenants du secteur, la participation et la contribution des entreprises en nanotechnologie déjà existantes et des nouvelles entreprises de la région de Montréal s'avéreront primordiales dans le développement d'une infrastructure qui reflète bien le secteur.

Le modèle d'infrastructure établi ci-dessus propose NanoQuébec comme source principale d'informations scientifiques et technologiques dont la responsabilité est d'agir en tant que coordonnateur entre les collèges de la région de Montréal, véritable source d'un bassin de personnel hautement qualifié. Le système collégial, par le biais du réseau des cégeps, doit développer des programmes de compétences scientifiques et technologiques qui permettraient aux étudiants une uniformité d'apprentissage et une base solide de connaissances sur les nanotechnologies, peu importe s'ils choisissent de poursuivre des études universitaires ou de demeurer dans le système collégial. De plus, les collèges devront être en mesure de dispenser des programmes de formation pour le recyclage de la main-d'œuvre existante.

Les partenaires d'investissements financiers joueront un rôle de premier plan, car ils pourront aider à définir les stratégies économiques qui assureront le succès commercial des nouvelles entreprises et ils pourront veiller sur l'efficacité et le rendement du système d'investissement qui sera proposé. Ces partenaires devront être bien avisés sur tous les aspects de ce domaine tant au niveau du potentiel des tendances émergentes qu'au niveau des véritables opportunités scientifiques et technologiques envisagées.

⁷ Le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) pourrait apporter une contribution importante au développement de l'infrastructure. Toutefois, il faudra attendre le résultat de l'évaluation de son mandat par le Gouvernement du Québec.

FIGURE 1 : STRUCTURE DE L'EXPLOITATION



Rôles principaux

Les exigences premières d'une infrastructure nanotechnologique pour la région de Montréal touchent les besoins :

- (i) de sensibilisation des défis et de l'ampleur potentielle de ce secteur, et
- (ii) d'avoir en place un programme d'éducation et de formation de personnel qualifié dans le domaine pour répondre aux exigences en ressources humaines actuelles et à venir. Les besoins en main-d'œuvre au cours des cinq prochaines années se feront surtout sentir au niveau du soutien auprès des programmes de recherche ainsi qu'auprès des initiatives de commercialisation.

De plus, il importera de tisser des liens de collaboration entre les divers intervenants de la région de Montréal.

Rôle de NanoQuébec

Au Canada, la principale concentration des compétences en nanotechnologie se trouve au sein des universités québécoises et des autres institutions de recherche de la région où les programmes en sciences et génie ainsi qu'en nanosciences ont été bien développés. Le réseau universitaire de NanoQuébec a pour mandat d'approfondir ses capacités de compétences nanotechnologiques en un programme de recherche dynamique, concerté et bien coordonné. Les premiers efforts de NanoQuébec devront donc miser sur le développement solide de son programme. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que NanoQuébec occupe un rôle important dans le développement d'une infrastructure pour le secteur de la nanotechnologie de la région de Montréal.

Ainsi, la contribution de NanoQuébec, essentielle au développement de cette infrastructure, pourrait :

- Offrir une vue d'ensemble complète et mise à jour des développements scientifiques de ce secteur et de leur potentiel technologique;
- Assurer l'arrimage et la réceptivité du processus quant aux opportunités de formation universitaire de premier, deuxième et troisième cycles;
- Faire les liens avec les principaux centres d'excellence du domaine nanotechnologique international, et
- Mettre à la disposition du secteur les compétences requises qui permettront d'évaluer l'impact scientifique des initiatives commerciales.

NanoQuébec pourra dresser le bilan des exigences du personnel d'enseignement et de formation technologique des universités ainsi que celui des exigences requises du côté du personnel qualifié, un processus qui devra suivre de très près les besoins en main-d'œuvre du secteur nanotechnologique de la région de Montréal tout au long de son évolution.

Il est prévu que le directeur administratif de NanoQuébec assurera le maintien de relations actives et dynamiques avec les principaux partenaires du secteur nanotechnologique de la grande région de Montréal. Plus précisément, le directeur administratif de NanoQuébec transigera avec les intervenants suivants pour assurer la mise en place des programmes d'éducation et de formation pertinents aux besoins du secteur :

- Le réseau des cégeps de Montréal et sa région, afin de maintenir un regard vigilant sur l'évolution des développements scientifique et technologique du secteur et sur la planification des programmes de formation des universités du réseau ainsi que sur les programmes déjà en place, en plus de fournir aux cégeps un aperçu des demandes en ressources humaines actuelles et futures;
- La communauté des gens d'affaires de la région de Montréal, afin :
 - De leur donner régulièrement une mise à jour des activités de recherche de NanoQuébec ainsi qu'une perspective actuelle des percées scientifiques et technologiques du domaine des nanotechnologies;
 - D'identifier des personnes-ressources provenant de la communauté scientifique du réseau de NanoQuébec qui pourraient participer à l'évaluation scientifique du développement des initiatives commerciales;
 - D'accepter leur apport quant à la perspective du potentiel économique à moyen terme de ce domaine, ce qui permettrait d'évaluer la pertinence du programme de recherche de NanoQuébec et de l'ajuster, si nécessaire. La communauté des affaires sera également source importante d'informations sur les besoins en ressources humaines.
- Les partenaires clés du secteur industriel de la région de Montréal qui ont un intérêt commercial dans le domaine des nanotechnologies et un intérêt de développer des relations stratégiques avec les nouvelles entreprises nanotechnologiques;
- Le réseau universitaire des bureaux de transfert technologique, afin de maximiser et d'accélérer le processus de commercialisation et de permettre aux chercheurs scientifiques un lien direct avec les personnes-ressources qui les aideront à développer leurs propres intérêts de commercialisation, et
- La communauté de chercheurs de la région de Montréal, plus précisément les institutions de recherche fédérales, afin d'assurer la mise en place d'une infrastructure en nanotechnologie qui favorisera le développement du plein potentiel de ce secteur et qui permettra un appui assidu pour soutenir l'émergence et le démarrage des nouvelles entreprises technologiques.

Au cours de l'évolution de ce domaine des nanotechnologies, le directeur administratif de NanoQuébec pourrait assumer la responsabilité de favoriser les liens entre les personnes-ressources de compétences internationales de NanoQuébec et le réseau des spécialistes en nanotechnologies des niveaux national et international.

Les rôles de l'Institut des matériaux industriels et de l'Institut de recherche en biotechnologie du CNRC

Malgré la grande qualité des programmes universitaires en sciences et génie liés au domaine de la nanotechnologie, le Québec doit créer un climat qui favorise l'expansion et l'évolution technologique et scientifique des nouvelles entreprises cherchant à s'intégrer à ce secteur d'envergure. Éventuellement, NanoQuébec pourrait envisager de s'impliquer à ce niveau, mais à court terme, il doit se concentrer sur ses principaux objectifs, soit la mise en place d'un programme de recherche reconnu à l'échelle mondiale et l'établissement de liens entre la communauté nationale et internationale.

L'Institut des matériaux industriels (IMI) et l'Institut de recherche en biotechnologie (IRB) du CNRC sont des institutions fédérales d'envergure de la région de Montréal liées à l'infrastructure en nanotechnologie. Les deux ont un acquis important dans leur capacité de soutien auprès des entreprises technologiques à toute phase de leur développement. De plus, elles possèdent une expérience de base en recherche nanotechnologique, soit le IMI en nanomatériaux, recouvrements et films minces structurés, et le IRB en nanobiologie, des capacités complémentaires aux compétences des universités montréalaises.

De toute évidence, la contribution potentielle de l'IMI et de l'IRB au développement de l'infrastructure nanotechnologique de Montréal n'est point négligeable. Comme indiqué ci-haut, ces institutions soutiennent les entreprises en voie de démarrage, maintiennent des relations importantes avec leurs secteurs industriels respectifs, ont des liens déjà établis avec les cégeps et appuient les petites et moyennes entreprises par le biais de programmes gouvernementaux, fédéral et provincial. En plus d'être solidement rattachées à leurs homologues universitaires, ces deux institutions font partie intégrante du réseau national d'instituts de recherche du CNRC. De plus, l'IMI fait actuellement partie d'une initiative qui soutient les nouvelles entreprises durant leurs premiers mois de démarrage en leur donnant accès à des services d'hébergement et d'installation à taux préférentiels.

La présence de l'IMI et de l'IRB comme participants actifs au sein de l'infrastructure nanotechnologique assurera le maintien des compétences de haut niveau pour la région de Montréal.

Le rôle du capital de risque

Le secteur des affaires économiques et financières de Montréal et sa région peut apporter un appui majeur à la phase initiale du développement de l'infrastructure en nanotechnologie. Déjà, des discussions ont été entamées avec des partenaires potentiels du secteur financier dont plusieurs ont exprimé leur intérêt à participer à l'émergence de ce nouveau domaine. Un aperçu des contributions qui pourraient être envisagées de la part de ces entreprises commence à se dresser.

Les principaux intérêts du secteur financier toucheront sûrement leur participation à l'élaboration des paramètres qui serviront à identifier les opportunités commerciales découlant des recherches scientifiques nanotechnologiques, ainsi que leur accès au bassin de main-d'œuvre hautement qualifiée pour combler leurs besoins en ressources humaines spécialisées dans le domaine. Les compétences requises envisagées s'étendront du personnel technique au personnel spécialisé en administration et en gestion.

Les cégeps : le rôle du réseau collégial de Montréal

Malgré la difficulté d'apporter plus de précisions sur une évaluation quantitative des besoins futurs en main-d'œuvre, le domaine de la nanotechnologie de Montréal a déjà une perspective qualitative des exigences en ressources humaines à venir. Tel que décrit ci-haut, NanoQuébec permettra une grande collaboration avec les universités montréalaises pour élaborer un programme de formation de personnel qui reflétera l'ampleur des besoins et des demandes sectoriels. Au cours des prochaines années, tous les niveaux du système éducatif se doteront d'un plus grand nombre de professeurs qualifiés en nanotechnologie, ce qui engendrera un besoin croissant de personnel technique et de personnel de soutien. Pour subvenir aux besoins immédiats, le secteur montréalais de NanoQuébec s'impliquera dans l'embauche de 30 à 50 professeurs, de plus de 30 technologues et de quelque 30 employés de niveau doctoral.

De plus, de nouvelles entreprises s'établissent dans la région de Montréal avec le mandat d'explorer les perspectives en nanotechnologie. C'est une situation qui crée une demande industrielle de plus en plus croissante et qui risque d'évoluer rapidement au fur et à mesure que d'autres entreprises décideront de se positionner dans ce secteur en pleine évolution.

Durant cette phase de démarrage du secteur nanotechnologique de la région de Montréal, le réseau collégial de la région aura un rôle important à jouer pour éviter les mêmes problèmes qu'a subis le secteur de la biotechnologie à ses débuts. En effet, le secteur de la biotechnologie de la région de Montréal n'aurait pas répondu assez rapidement aux exigences des entreprises, soit d'avoir accès à un bassin de main-d'œuvre spécialisée dans le domaine. Ce manque de personnel hautement qualifié a engendré un retard considérable dans le développement de ce secteur occasionnant des pertes importantes de retombées économiques. Le secteur des nanotechnologies de Montréal et sa région doit et peut éviter ce même délai.

Grâce à une conscientisation immédiate auprès des cégeps, des cours pourraient s'ajouter à la programmation de la session 2003-2004 avec un premier groupe d'étudiants plus qualifiés dès la fin de la session 2005-2006.

Ainsi, tous les directeurs des études du réseau collégial, en plus de leurs principaux homologues professoraux, devront être continuellement mis au courant de toutes nouvelles tendances scientifiques et technologiques qui

émergeront du secteur nanotechnologique. De même, les cégeps devront être avisés de tout changement de programme au niveau universitaire, ce qui leur permettra de faire les ajustements nécessaires et ainsi assurer aux étudiants une continuité entre les deux systèmes.

Des mesures devront être prises pour maintenir une communication ponctuelle auprès des collègues sur les besoins, les exigences et les développements du secteur industriel au fur et à mesure qu'ils se présentent. Il faut souligner que parmi les efforts envisagés pour maintenir un bassin de personnel qualifié en nanotechnologie, il faudra prévoir un programme de formation en nanotechnologie auprès des personnes qualifiées dans d'autres domaines technologiques. Des études suggèrent qu'entre 2 000 et 3 000 personnes qualifiées en nanotechnologie seront nécessaires pour combler les besoins annuels en ressources humaines pour la région de Montréal⁸. Si les prévisions se confirment, ces mesures de recyclage de la main-d'œuvre seront essentielles et deviendront le seul moyen de combler une telle demande de personnel qualifié en nanotechnologie.

Rôle du secteur industriel de Montréal

Tel que souligné précédemment, les grandes entreprises pharmaceutiques ont contribué considérablement à l'évolution du secteur de la biotechnologie. Dès le début, des relations étroites entre ces deux secteurs tant au niveau de la recherche pure qu'au niveau de la recherche appliquée ont favorisé le développement de nouveaux produits et services. De plus, s'est développée une perspective du marché mondial en biotechnologie et les nouvelles entreprises de ce secteur ont pu bénéficier d'un appui substantiel des partenaires du secteur qui ont assumé un rôle de mentor auprès de ces nouvelles entreprises.

Malgré l'absence d'une telle présence monolithique industrielle pour le domaine de la nanotechnologie, les secteurs des sciences de la vie, des matériaux et des télécommunications pourraient former un réseau comparable. Ce réseau servirait à la fois de noyau d'information sur les développements nanotechnologiques pour ses homologues industriels, de base d'envergure pour développer de nouvelles initiatives et de baromètre pour les exigences tant qualitatives que quantitatives des ressources humaines à venir.

Les consultations et les recommandations

⁸ Cette prévision fait référence au chiffre cité en note 2 que le secteur nanotechnologique mondial embauchera près de 2 millions de personnes au cours des 10 à 15 prochaines années. 50 % des efforts en nanotechnologie proviendront sûrement de l'Amérique du Nord dont la part du Canada pourrait atteindre 10 %, ce qui se chiffre à 100 000 personnes. Compte tenu de la position de Montréal et sa région, il est possible d'envisager qu'elle représente 30 à 50 % du total canadien auquel on ajoute une présence importante du secteur public. Donc, le calcul d'une prévision de 2 000 à 3 000 personnes requises par année semble bien probable, peut-être même conservateur.

Suite à une première étape de consultations, certaines conclusions sont déjà apparentes et permettent donc d'établir des recommandations de base.

1. Même si NanoQuébec est déjà bien en place et se définit comme réseau de compétences en nanotechnologies, il faut prévoir un certain temps pour lui permettre de se développer à son plein potentiel et ainsi assumer son rôle au sein de l'infrastructure. Les intervenants montréalais du réseau de NanoQuébec auront la responsabilité de sensibiliser les secteurs des affaires, de l'industrie et de l'enseignement de la région de Montréal sur les divers aspects de la nanotechnologie incluant son influence sur leurs domaines respectifs.

Recommandation : *Il apparaît indispensable que le directeur administratif de NanoQuébec puisse faire partie de l'équipe qui aura la responsabilité de développer l'infrastructure nanotechnologique de Montréal et de la faire reconnaître comme un secteur industriel d'envergure. De plus, les responsabilités suivantes pourraient s'ajouter au rôle du directeur administratif :*

- (i) *S'assurer que le Regroupement des collèges du Montréal Métropolitain (RCMM) maintienne une collaboration étroite avec les cégeps de Montréal et sa région,*
- (ii) *Élaborer une méthode de communication auprès du secteur industriel et du secteur financier pour les aviser des progrès et des développements majeurs en nanotechnologie, et*
- (iii) *Maintenir des relations stables avec les bureaux de transfert de technologies des universités québécoises.*

Des fonds supplémentaires seront nécessaires pour financer ces responsabilités additionnelles, et NanoQuébec doit être entièrement soutenu dans sa démarche de financement auprès d'organismes tels Valorisation-Recherche Québec.

Il serait peut-être important d'inviter le président du conseil d'administration de NanoQuébec à participer au développement des aspects de formation et de gestion d'affaires de l'infrastructure. Ce geste est d'autant plus important qu'il mettrait en valeur le rôle et la présence de ce réseau de recherche dans le milieu technologique de la région de Montréal.

2. L'infrastructure nanotechnologique devra être très solide pour donner l'appui nécessaire aux nouvelles entreprises technologiques qui chercheront à s'intégrer à ce domaine et pour leur faciliter la transition à la commercialisation de leurs produits. La situation actuelle du secteur de la nanotechnologie donne très peu d'accès à l'information scientifique et technologique, ne génère pas suffisamment de projets de collaboration mettant en valeur la gamme des installations déjà en place, offre peu de technologues qualifiés pour un besoin croissant d'un marché en pleine évolution, n'attire pas assez d'investissements pour les nouvelles entreprises et ne génère pas suffisamment d'occasions de rencontre avec les grandes entreprises qui s'offrent

comme mentor. Il faut souligner également que les deux paliers gouvernementaux n'ont toujours pas indiqué clairement s'ils comptent prêter leur appui aux nouvelles entreprises technologiques du secteur.

Recommandation : *Les deux paliers de gouvernement ainsi que les divers intervenants du secteur industriel de la région de Montréal doivent être informés des besoins spécifiques qui touchent les entreprises technologiques de ce nouveau secteur économique des nanotechnologies. Puisqu'il n'existe aucun organisme avec le mandat d'entamer de telles démarches, et compte tenu de l'expérience de Montréal TechnoVision dans le développement de groupes de travail technologiques dans les domaines de la biotechnologie et des télécommunications, Montréal TechnoVision voudrait peut-être prendre la responsabilité de s'assurer que ce mandat soit réalisé. Cette initiative pourrait s'inscrire dans le cadre d'un partenariat privé/public, avec la participation du ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec et d'Industrie Canada.*

3. Les cégeps reconnaissent la nécessité d'une base de connaissances en nanotechnologie tant pour l'étudiant de niveau universitaire que pour celui qui poursuit une formation au niveau des programmes techniques. C'est donc par le biais du RCMM que des discussions ont déjà été entamées pour le développement d'un processus d'échange d'informations auprès des professeurs de cégeps afin qu'ils puissent suivre de façon ponctuelle l'évolution et les développements majeurs du secteur des nanotechnologies. D'autre part, le comité des directeurs des études du RCMM veut établir un groupe de travail qui aurait pour mandat de conscientiser le réseau collégial de la région de Montréal au domaine de la nanotechnologie. Ce groupe de travail pourrait aussi se charger de faire les recommandations sur la formation technique requise pour répondre aux besoins de l'industrie et pour faciliter la transition tant des technologues diplômés que des étudiants se dirigeant vers les études universitaires. La participation de NanoQuébec et des principales institutions de la région de Montréal, tels les deux laboratoires du CNRC, sera très importante dans le développement de ces activités. Ce groupe de travail devra aussi mettre en vigueur, et ce, le plus rapidement possible, des mesures de recyclage de main-d'œuvre pour s'assurer que le bassin de personnel qualifié en nanotechnologie puisse répondre de façon ponctuelle aux exigences en ressources humaines de la région de Montréal.

Recommandation : *Le RCMM doit être soutenu dans son engagement auprès du secteur nanotechnologique de la région de Montréal. Il travaillera conjointement avec des intervenants du domaine des nanotechnologies et avec les cégeps pour faciliter une participation optimale de la part des cégeps.*

4. Les deux principales institutions en recherche appliquée de la région de Montréal, l'IRB-CNRC et l'IMI-CNRC, reconnaissent le besoin immédiat d'une infrastructure qui aidera les nouvelles entreprises technologiques à prendre position dans le secteur de la nanotechnologie. Il sera donc nécessaire de développer des liens

beaucoup plus étroits avec le réseau de recherche de NanoQuébec et de prévoir des démarches qui permettront l'agrandissement des multiples installations. Ces institutions envisagent également d'intervenir auprès des secteurs de la biotechnologie et des matériaux pour faire avancer les nouvelles applications en nanotechnologie.

Recommandation : *Les deux instituts du CNRC ont offert leur appui et ont exprimé leur intérêt à contribuer au développement de nouvelles initiatives qui serviront à faire évoluer le domaine des nanotechnologies pour la région de Montréal, et ce, dès les premières étapes de démarrage. Non seulement cette proposition devrait être acceptée, mais tous les intervenants du secteur des nanotechnologies de la région de Montréal devraient aussi commencer à tisser des liens avec ces deux institutions.*

5. Les principales entreprises de financement de la région de Montréal possèdent déjà une bonne connaissance de base et une bonne compréhension du domaine scientifique de la nanotechnologie, et ce, même si c'est un domaine en pleine émergence. Cependant, elles n'ont aucune connaissance de l'état actuel des forces et des faiblesses du secteur nanotechnologique de la région de Montréal. Alors qu'on s'apprête à investir dans le secteur, il y a donc un urgent besoin de dresser un aperçu clair et précis de tous les aspects du domaine des nanotechnologies à Montréal et sa région. Sofinov et T₂C₂ ont tous deux offert de rassembler les principales entreprises financières de la région si NanoQuébec y ajoute les principaux intervenants de son réseau.

Le grand secteur industriel de la région de Montréal devrait avoir une compréhension plus approfondie et plus précise de l'ampleur potentielle de ce nouveau domaine scientifique et technologique de la nanotechnologie et, par conséquent, développer un meilleur aperçu des retombées envisageables pour la région de Montréal et pour les entreprises de ce secteur. Il serait donc important de créer un forum d'échange d'idées et d'informations pour mieux suivre l'évolution de ce domaine des nanotechnologies. Ce forum pourrait, entre autres, rassembler les intervenants principaux du secteur industriel, surtout ceux qui prévoient avoir des intérêts à plus long terme en nanotechnologie. Il permettrait également de miser certains efforts sur l'analyse de projets à venir et sur l'entrée de nouveaux produits et services sur le marché.

Les petites entreprises en nanotechnologie devront également être incluses de façon stratégique dans ce regroupement du secteur privé afin d'assurer que leurs besoins et ambitions seront aussi reflétés dans la planification et le développement de l'infrastructure.

Recommandation : *Il sera important de mettre sur pied un comité consultatif qui regroupera les principaux intervenants de la communauté des affaires et du secteur financier, des représentants des entreprises technologiques de la région ainsi que des représentants des petites entreprises*

nanotechnologiques. Ce comité consultatif se chargera également de développer l'infrastructure en nanotechnologie pour la région de Montréal.

Quelques-unes des principales entreprises du secteur seraient prêtes à intervenir auprès de leurs homologues du secteur financier de la grande région de Montréal afin de dresser une liste de leurs ambitions, de leurs besoins et de leurs intérêts en nanotechnologie. Cette initiative doit être encouragée et tout effort doit être fait auprès des entreprises pour encourager leur participation et ainsi favoriser le succès de ce processus.

Comme il a été souligné précédemment, Montréal TechnoVision pourrait entreprendre des démarches pour mettre en place un groupe de travail qui aurait comme mandat de conscientiser le secteur industriel aux développements en nanotechnologie et de tisser des liens avec ceux qui pourraient bénéficier des perspectives d'avenir dans ce domaine. Ce groupe de travail serait complémentaire aux comités de Montréal TechnoVision des secteurs des télécommunications et de la biotechnologie.

Il sera important de s'assurer que ce regroupement pourra refléter les besoins en activités de conscientisation et en ressources humaines de façon à ce que les autres éléments de l'infrastructure se trouvent liés aux besoins réels du développement économique de la région. Plus précisément, des liens étroits et stables devront être établis avec NanoQuébec, facilitant la commercialisation en région des nouveaux dérivés et des nouvelles découvertes nanotechnologiques. Ainsi, il sera plus facile de favoriser des projets de collaboration qui soient pertinents au programme de recherche de NanoQuébec. Ce regroupement aura une contribution importante à apporter à l'élaboration du programme de formation, surtout sur le développement d'une formation en gestion et en administration spécifiquement reliée aux besoins des entreprises technologiques de la région.

6. Les recommandations et les rôles décrits ci-dessus pourront servir à l'élaboration d'un plan de conscientisation sur l'ampleur potentielle de la nanotechnologie dans la région de Montréal et au développement d'un processus qui assurera l'accès et la disponibilité d'un bassin de personnel hautement qualifié en nanotechnologie. Ces deux éléments sont évidemment interreliés et ils représentent également les éléments clés d'une infrastructure complète qui assurerait une base solide à l'épanouissement économique du secteur de la nanotechnologie de la région de Montréal. La Table métropolitaine d'Emploi-Québec devra prendre le temps d'évaluer si elle préfère exécuter la présente proposition seule ou si c'est en partenariat qu'elle représenterait davantage le secteur du grand Montréal métropolitain. Il sera aussi important d'envisager le rôle qu'occupera Montréal TechnoVision pour faire avancer l'exécution de ce plan.

Peu importe la modalité choisie, la réalisation de la présente proposition ne pourra s'effectuer que lorsque la communauté de Montréal et sa région en prendra pleinement possession. Des liens devraient être établis avec les secteurs complémentaires à la

nanotechnologie tels la biotechnologie, les télécommunications, les matériaux de pointe et l'aérospatiale qui, de leur côté, développent des propositions qui donneront à Montréal une présence dynamique sur la scène du marché mondial.

Recommandation: *La CMM et la Ville de Montréal devraient être invitées à collaborer avec la Table métropolitaine d'Emploi-Québec pour effectuer le développement de l'infrastructure en nanotechnologie pour la région de Montréal. Elles seront aussi une source importante d'information sur les diverses formes de financement qui pourraient être mises à la disposition de cette initiative.*

Compte tenu de la rapidité avec laquelle la grande région de Montréal doit agir pour prendre une place de marque dans le domaine de la nanotechnologie au Canada, le développement de l'infrastructure nanotechnologique doit entreprendre sans délai une analyse approfondie des investissements qui seront nécessaires à son épanouissement. Cette analyse doit prendre en considération le financement des éléments principaux qui permettront d'établir l'infrastructure de recherche qui favorisera le partenariat entre l'industrie, les universités et le secteur public. En particulier, les installations centrales doivent aussi être liées aux éléments équivalents dans les secteurs des télécommunications, des matériaux de pointe et de la biotechnologie, sans compter les autres secteurs qui pourraient éventuellement s'y ajouter.

Le comité coordonnateur actuel doit continuer son mandat. Toutefois, des membres du secteur d'investissement de la région de Montréal, des cégeps et des laboratoires du CNRC devraient aussi être invités à siéger au comité. Le domaine des matériaux de pointe pourrait aussi être mieux représenté. D'autre part, ce serait avantageux si le président du conseil d'administration de NanoQuébec acceptait de siéger à ce comité.

Annexe 1 : Le comité coordonnateur du projet

La présente analyse a été soutenue par les membres du comité coordonnateur suivants :

- 1) **Roger Hébert**
Président de la Table métropolitaine de Montréal et
Conseiller principal, Ressources humaines
Groupe-conseil AON
1801, ave. McGill College, bureau 1100
Montréal (Québec) H3A 3P4, Tél. : (514) 845-6231, poste 4336,
Courriel : rhebert@gcaon.com
- 2) **Joseph Hubert** (1^{re} réunion seulement)
Vice-doyen à la recherche, Faculté des Arts et des Sciences, Université
de Montréal, Tél. : (514) 343-7910
joseph.hubert@umontreal.ca
- 3) **Robert Sing** (en remplacement de Joseph Hubert)
Directeur administratif de NanoQuébec, Université de Montréal,
Tél. : (514) 343-6111, p. 3377, Robert.L.A.Sing@umontreal.ca ou
coordonnateur@nanoquebec.ca
- 4) **Robert Massé**
Vice-président, Affaires scientifiques, MDS Pharma Services, 2350, rue
Cohen, Saint-Laurent (Québec) H4R 2N6, Tél.: (514) 333-0042, p. 4196,
robert.masse@mdsps.com
- 5) **Mark Andrews**
Cofondateur, vice-président et chef de la technologie, LUMENON
Innovative Lightwave Technology inc., Tél.: (514) 331-3738,
mark.andrews@lumenon.com
- 6) **Sabin Boily**
Président, Groupe Minutia inc., 75, boul.de Mortagne, Boucherville
(Québec) J4B 6Y4, Tél. : (450) 641-5191, sabin.boily@groupeminutia.com
- 7) **Neil Gordon**
Partenaire - Nanotechnologie, Groupe Conseil Sygertech inc., Tél. : (514)
351-7878, poste 299 Téléc. : (514) 351-7545, n.gordon@sygertech.com
- 8) **Gilles Duruflé**
Vice-président, Planification stratégique, Montréal TechnoVision,
Tél. : (514) 847-2339, Téléc. : (514) 847-2628, gdurufle@cdpcapital.com .
- 9) **Charles S. Bourgeois**
Vice-président exécutif, Montréal TechnoVision, Tél. : (514) 239-8938,
Téléc. : (514) 840-1244, csb@mtltv.org .

Annexe 2 : Entreprises et institutions en nanotechnologie

Entités financières

- 1) Coupal, Bernard : **T₂C₂**, 1550, rue Metcalfe, bureau 502, Montréal (Québec) H3A 1X6, Tél. : (514) 842-9849, Téléc. : (514) 842-1505, bcoupal@t2c2capital.com
- 2) Marcos, Bernard : **T₂C₂**, 1550, rue Metcalfe, bureau 502, Montréal (Québec) H3A 1X6, Tél. : (514) 842-9849, Téléc. : (514) 842-1505, bmarcos@t2c2capital.com
- 3) Gordon, Neil : **Groupe Conseil Sygertech inc.**, 407, boul. Saint-Laurent, bureau 500, Montréal (Québec) H2Y 2Y5, Tél. : (514) 351-7878, p. 299, Téléc. : (514) 351-7545, n.gordon@sygertech.com
- 4) Lamarre, Yves : **CDP-Sofinov**, 1801, avenue McGill Collège, bureau 1300, Montréal (Québec) H3A 2N4, Tél. : (514) 847-2478, Téléc. : (514) 847-2628, ylamarre@cdpcapital.com

Instituts de recherche

- 1) Sing, Robert, Chercheur, coordonnateur et directeur administratif de **NanoQuébec : Université de Montréal**, Tél. : (514) 343-6111, p. 3377, Téléc. : (514) 343-2185, Robert.L.A.Sing@umontreal.ca
- 2) Desrochers, Michel J., Directeur général : **Institut de recherche en biotechnologie du CRNC (NRC Biotechnology Research Institute)**, 6100, Royalmount, Montréal (Québec) H4P 2R2, Tél. : (514) 496-6101, Téléc. : (514) 496-6388, michel.desrochers@nrc.ca
- 3) Champagne, Blaise, Directeur général : **Institut de recherche en matériaux industriels du CNRC (NRC Industrial Materials Institute)**, 75, de Mortagne, Boucherville, Qc J4B 6Y4, Tél. : (450) 641-5050, Téléc. : (450) 641-5101, blaise.champagne@nrc.ca
- 4) Gauthier, Michel, Conseiller principal : **Inno-centre**, 550, rue Sherbrooke Ouest, bureau 200, Montréal (Québec) H3A 1B9, Tél. : (514) 987-9550, Téléc. : (514) 987-9966, mgauthier@innocentre.com

Entreprises en nanotechnologie

- 1) Boily, Sabin : **Groupe Minutia inc.**, 75, boul. de Mortagne, Boucherville (Québec) J4B 6Y4, Tél. : (450) 641-5191, Téléc. : (450) 641-5399 sabin.boily@groupeminutia.com
- 2) Schneider, Juan : **Nanometrix** Tél.: (450) 686-0558 OU (514) 258-8533 juan.schneider@nanometrix.ca
- 3) Massé, Robert : **MDS Pharma Services**, 2350, rue Cohen, Saint-Laurent (Québec) H4R 2N6, (514) 333-0042, p. 4196, robert.masse@mdsps.com
- 4) Whipp, Gary : **Nanox**, gary.whipp@nanox.qc.ca

Annexe 3 : Collèges de Montréal qui auront une implication probable dans le développement des cours en nanotechnologie

1. COLLÈGE AHUNTSIC

Contact : Roch Tremblay, Directeur général
9155, rue Saint-Hubert, Montréal (Québec) H2M 1Y8
Tél. : (514) 389-5921, poste 2110; Téléc. : (514) 389-4554
Courriel : roch.tremblay@collegeahuntsic.qc.ca

2. JOHN ABBOTT COLLEGE

Contact : Keith W. Henderson, Directeur général
21275, Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue (Québec) H9X 3L9
Tél.: (514) 457-6610, poste 280; Téléc. : (514) 457-4730
Courriel : kwhenderson@johnabbott.qc.ca

3. ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

Contact : Lucie Cousineau, Directrice
Collège Édouard-Montpetit
945, Chemin de Chambly, Longueuil (Québec) J4H 3M6
Tél. : (450) 678-3560 Téléc. : (450) 678-3240
Courriel : lcousineau@collegeem.qc.ca

4. CÉGEP du VIEUX MONTRÉAL

Contact : Alain Allier, Directeur général
255, rue Ontario Est, Montréal (Québec) H2X 1X6
Tél. : (514) 982-3437, poste 2291; Téléc. : (514) 982-3448
Courriel : alallier@cvm.qc.ca

5. DAWSON COLLEGE

Contact : Patrick Woodsworth
3040, rue Sherbrooke Ouest, Westmount (Québec) H3Z 1A4
Tél. : (514) 931-8731, poste 1350; Téléc. : (514) 931-5181
Courriel : pwoodsworth@dawsoncollege.qc.ca

6. CÉGEP de SAINT-JÉRÔME

Contact : Jean-Denis Asselin, Directeur général
455, rue Fournier, Saint-Jérôme (Québec) J7Z 4V2
Tél. : (450) 436-1580, poste 109; Téléc. : (450) 436-7348
Courriel : jasselin@cegep-st-jerome.qc.ca

7. REGROUPEMENT DES COLLÈGES DU MONTRÉAL MÉTROPOLITAIN

Contact : Michel Sylvestre, Directeur général
5701, boul. Christophe-Colomb, Montréal (Québec) H2S 2E9
Tél. : (514) 271-5508, Téléc. : (514) 271-4320
Courriel : rcmm@virtuel.collegebdeb.qc.ca