
Projet Nanotechnologies

de La table métropolitaine d'Emploi-Québec

Version préliminaire

Novembre 2002

 **SECOR**

Plan de la présentation

1. Introduction
2. Les éléments contextuels clés
3. La nanotechnologie au Québec et les créneaux porteurs
4. La demande en nanotechniciens : compétences requises et absorption
5. Des exemples de stratégies de développement de la main-d'oeuvre
6. La stratégie de développement et d'établissement de programmes

1. Introduction

Le mandat

Contexte entourant le mandat SECOR

Constats de départ

Le potentiel d'application des nanotechnologies dans des industries clés de l'économie de la région montréalaise est important.

Toutefois, pour que la région de Montréal perce dans ce domaine:

- ← *les infrastructures doivent être mises à niveau*
- ← *la main-d'œuvre spécialisée doit être formée*

Rôle des collèges

Les collèges ont un rôle clé à jouer en matière de formation des techniciens spécialisés dans les différents domaines des nanotechnologies.

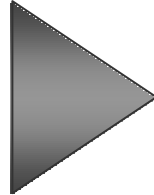
Toutefois, pour que les collèges jouent leur rôle, ils doivent :

- ← *accroître leurs connaissances quant aux besoins pour ce type de main-d'oeuvre*
- ← *s'assurer de prendre une place active dans le réseau d'expertise actuellement en développement dans les universités et aussi dans les instituts du CNRC*

1. *Nanotechnology Infrastructure for the Montréal Region, Analysis and Necessary Early Actions Meeting Human Resources Requirements and the Needs for Enhanced Awareness*, Prepared by Clive Willis, Assisted by Johanne Emond, for Montréal TechnoVision et Emploi-Québec, January 2002.

Mandat et méthodologie

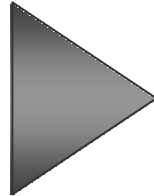
Le mandat confié à SECOR



Présenter à la table de concertation, l'information requise pour :

- identifier les AEC à développer de façon à avoir, idéalement, des premières cohortes de finissants d'ici 18 à 24 mois;
- identifier ce qui se fait ailleurs
 - ◆ *en matière de formation,*
 - ◆ *en matière de sensibilisation des milieux enseignants*

Méthodologie



Basée sur une approche en six (6) temps :

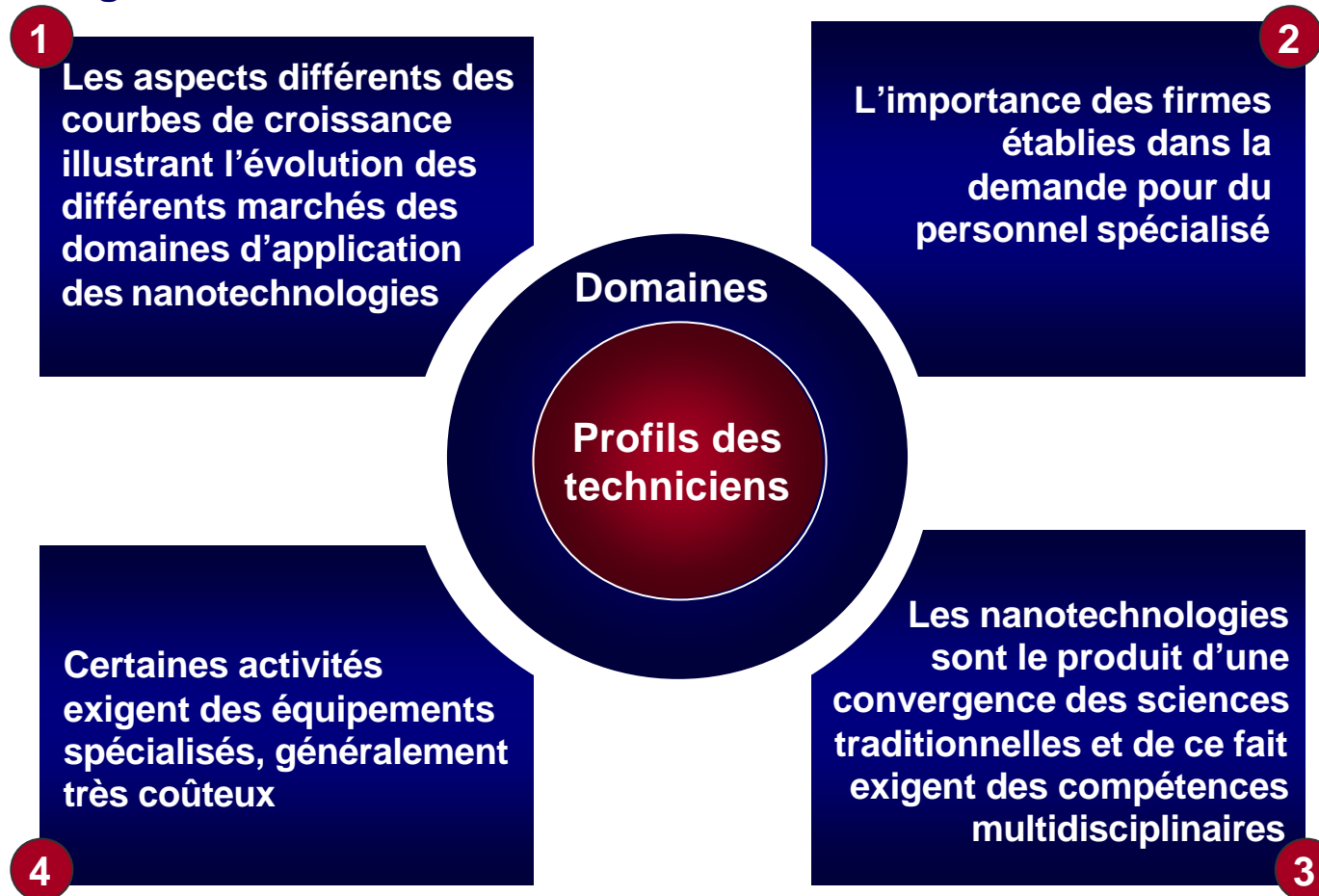
- analyse sommaire de l'évolution des nanotechnologies au Canada, en particulier dans la grande région de Montréal, aux États-Unis et en Europe et détermination des principaux enjeux relatifs à la mise sur pied d'un programme d'AEC en nanotechnologies
- recherche de profils de formation de niveau technicien en nanotechnologies aux États-Unis et en Europe
- entrevues avec les entreprises du secteur privé oeuvrant actuellement dans le secteur des nanotechnologies (liste en annexe)
- entrevues avec les responsables de programmes en nanotechnologies dans les universités et instituts de recherche de la grande région de Montréal (liste en annexe)
- discussions avec les représentants des collèges
- conclusions et recommandations

2. Éléments contextuels clés

Évolution des nanotechnologies en milieu industriel

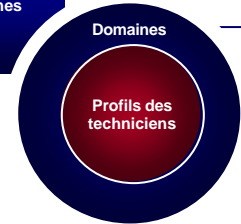
2. Éléments contextuels clés

Pour identifier les domaines de nanotechnologies dans lesquels la demande en techniciens risque de se manifester en premier dans la région de Montréal et le type de connaissances et de compétences requises par ces derniers, il est nécessaire de saisir certains éléments clés du contexte propre aux nanotechnologies .



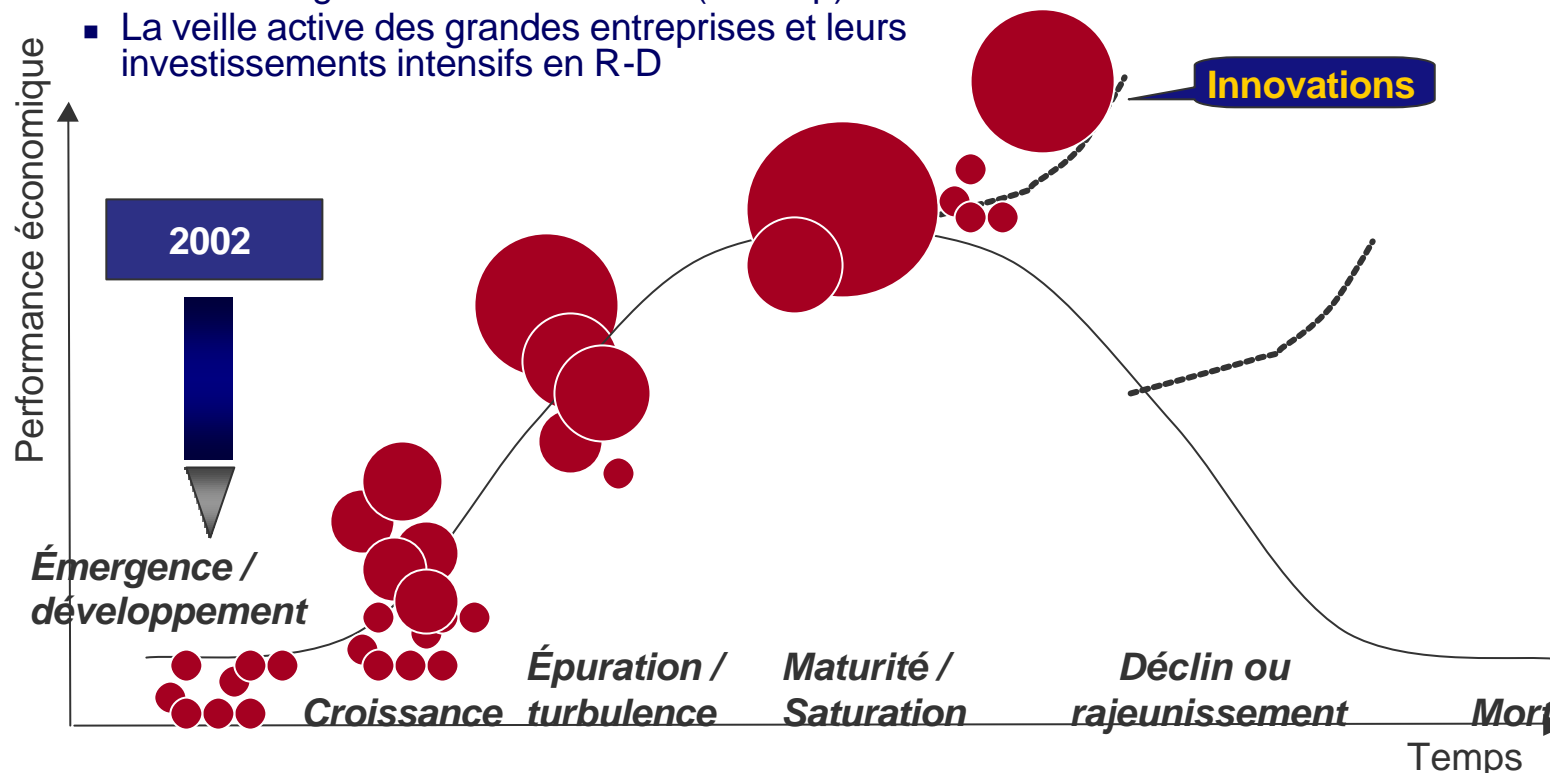
1. Évolution des différents marchés

1 Les aspects différents des courbes de croissance illustrant l'évolution des différents marchés des domaines d'application des nanotechnologies



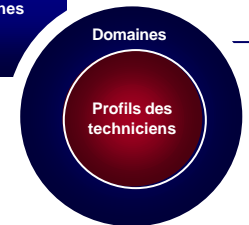
← Actuellement les nanotechnologies sont en phase d'émergence, caractérisée par

- Une phase intensive de développement des connaissances
 - ◆ *Rôle critique des centres de recherche et des universités*
- La prolifération d'avenues
 - ◆ *Plusieurs seront improductives*
 - ◆ *Certaines démarreront plus rapidement que d'autres*
 - ◆ *D'autres seront ralenties par des problèmes scientifiques non résolus, des barrières à l'entrée élevées (coûts, réglementation, etc.)*
- Le démarrage de nouvelles firmes (start-up)
- La veille active des grandes entreprises et leurs investissements intenses en R-D



1. Évolution des différents marchés

1 Les aspects différents des courbes de croissance illustrant l'évolution des différents marchés des domaines d'application des nanotechnologies

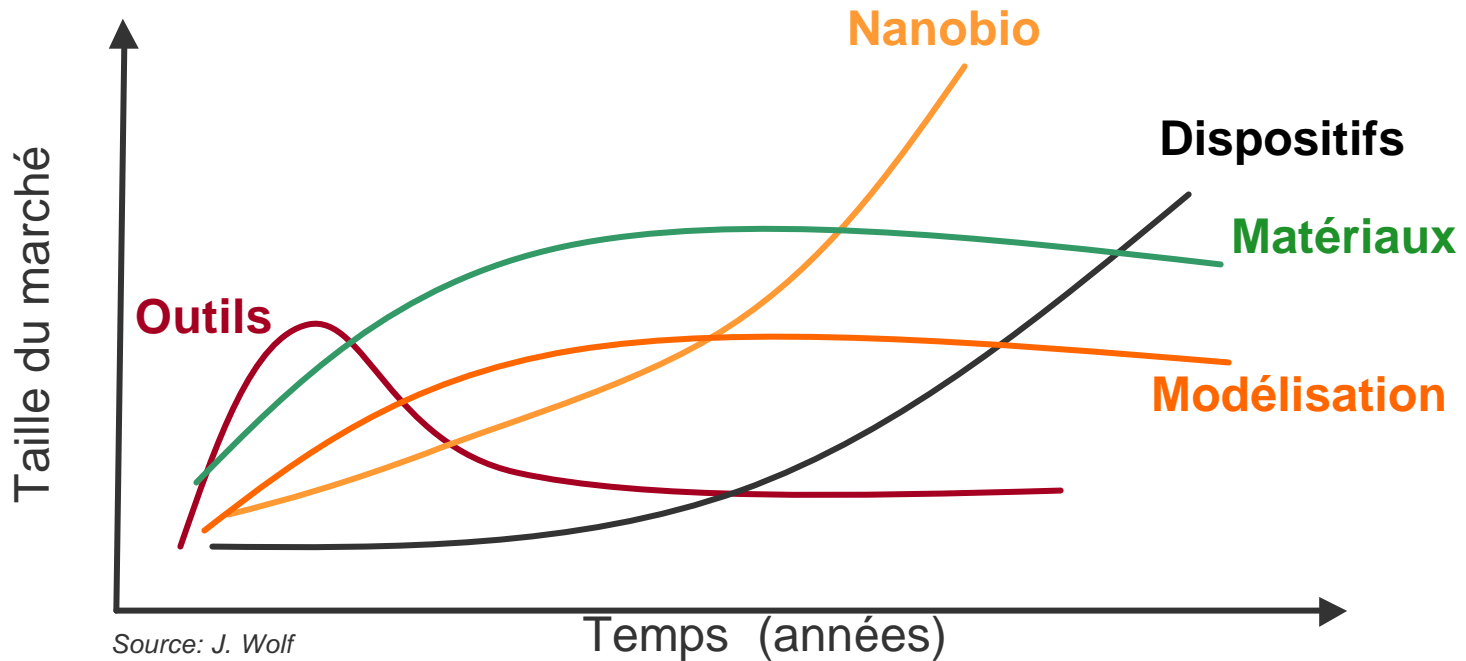


← Les experts estiment que le potentiel commercial des nanotechnologies est substantiel, d'autant plus qu'elles peuvent s'insérer dans un processus ou un produit existant

← Ils constatent également que:

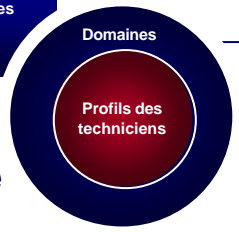
- certaines applications sont appelées à se développer plus rapidement que d'autres compte tenu de l'état de développement des connaissances
- la taille du marché varie selon le domaine d'application
- chaque domaine d'application se divise en segments et sous-segments dont le potentiel commercial peut varier grandement

Évolution des courbes de croissance des marchés « Nano »



1. Évolution des différents marchés

1 Les aspects différents des courbes de croissance illustrant l'évolution des différents marchés des domaines d'application des nanotechnologies



Selon les experts, les secteurs les plus rapidement porteurs

**Outils
(nanotools)** 

- ✓ Permettent d'intervenir en taille nano, i.e de faire de la caractérisation, de la nanofabrication, etc. (ex. : microscope, etc.)
- ✓ Essentiellement développés par les entreprises établies, utilisés par des grandes entreprises et des institutions

**Nano-
matériaux** 

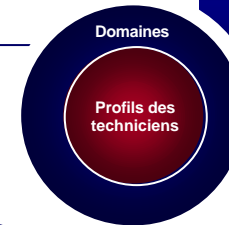
- ✓ Secteur d'application à croissance rapide à cause des applications industrielles (d'ici 5 ans) - Marché de remplacement
- ✓ Développés par la R-D des firmes établies et quelques firmes émergentes

Nanobio 

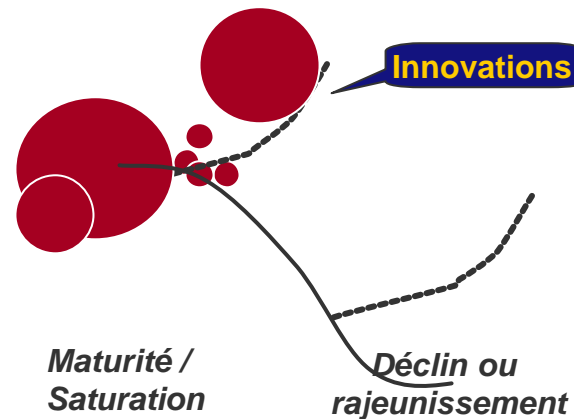
- ✓ Domaines complexes, marchés réglementés, nombreux segments (ex. : agroalimentaire, pâtes et papiers, pharmaceutique, cosmétiques, etc.). Évolution des marchés vers la croissance, relativement lente (10 ans), mais potentiel économique très élevé
- ✓ Développés par des entrepreneurs issus du milieu universitaire et aussi par les grands laboratoires publics et privés

**Dispositifs
(devices)** 

- ✓ Domaines complexes comprenant un grand nombre de sous-segments : démarrage plus lent (15 ans), mais potentiel élevé
- ✓ Développés par la R-D des firmes établies (IBM, HP, etc.) et de nouveaux entrepreneurs
- ✓ Développement intégré dans la carte routière de l'industrie électronique



← Comme dans plusieurs cas, les nanotechnologies s'insèrent dans la chaîne de valeur en bonifiant un processus ou un produit existant; elles auront un impact majeur sur les industries en croissance et en maturité, tout en favorisant l'émergence de nouveaux entrepreneurs



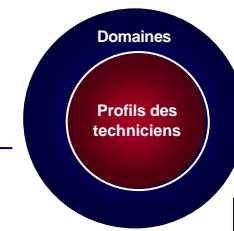
← Les premières applications toucheront surtout les marchés spécialisés (militaires, gouvernementaux et industriels) qui sont prêts à payer une prime pour bénéficier des avantages, avant d'atteindre les marchés de masse

← La demande pour du personnel formé proviendra surtout de l'industrie en place, au fur et à mesure où les nanotechnologies influenceront les procédés et modifieront leurs gammes de produits

- Les firmes en émergence ont peu d'employés.
- Ces entreprises croissent par palier, en fonction des ressources dont elles disposent après chaque ronde de financement
- Même avec une croissance rapide, à long terme, leurs besoins en main-d'œuvre resteront limités par rapport aux firmes établies

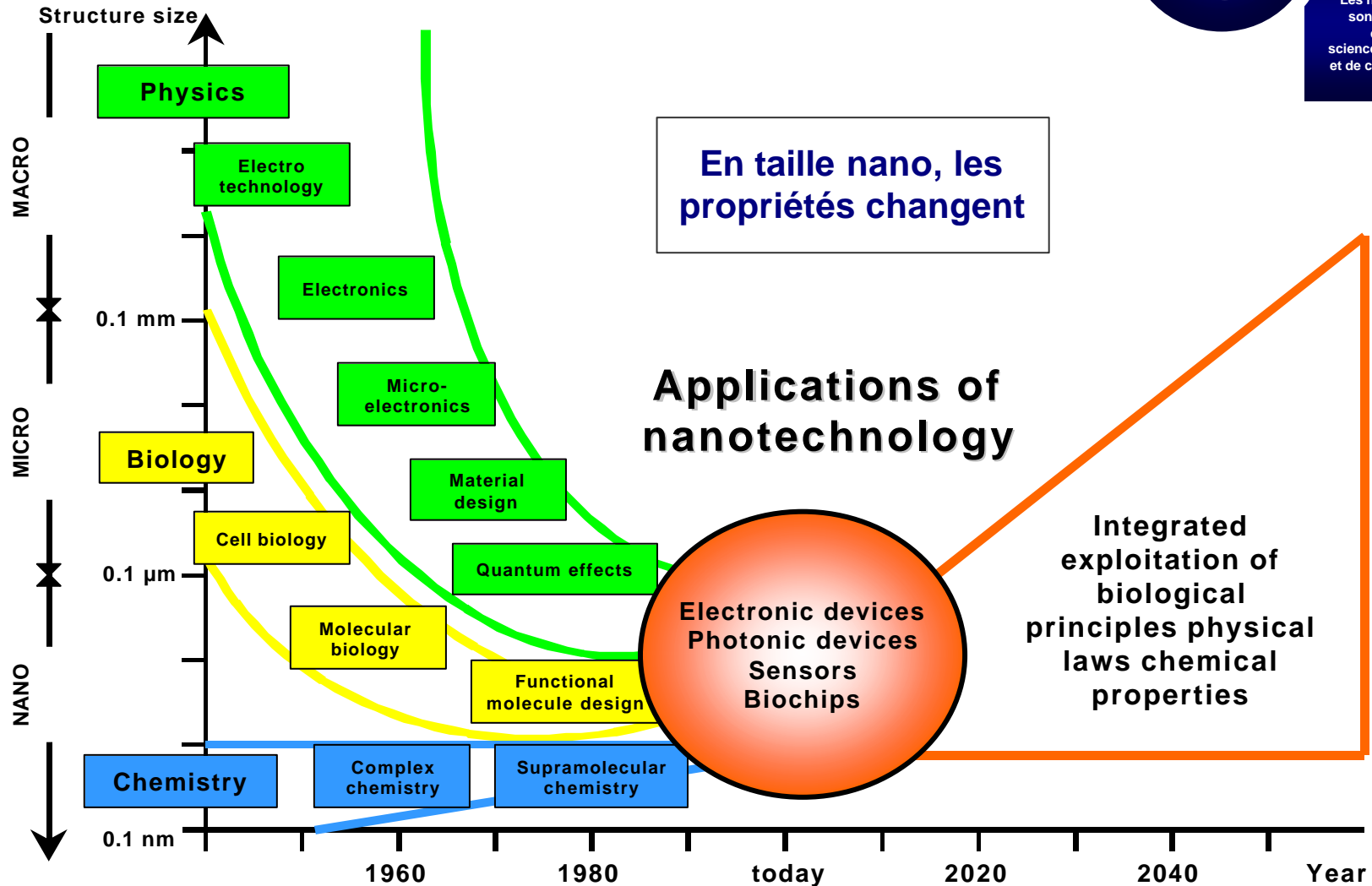
2. Éléments contextuels clés

3. La convergence des sciences traditionnelles



Les nanotechnologies sont le produit d'une convergence des sciences traditionnelles et de ce fait exigent des compétences

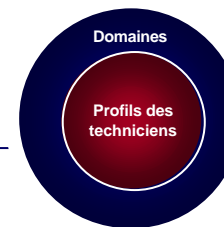
3



Bachmanns 'Market Opportunities at the Boundary from Micro to Nanotechnology' MST News Vol 3(1), 13-14 (2001)

2. Éléments contextuels clés

3. La convergence des sciences traditionnelles

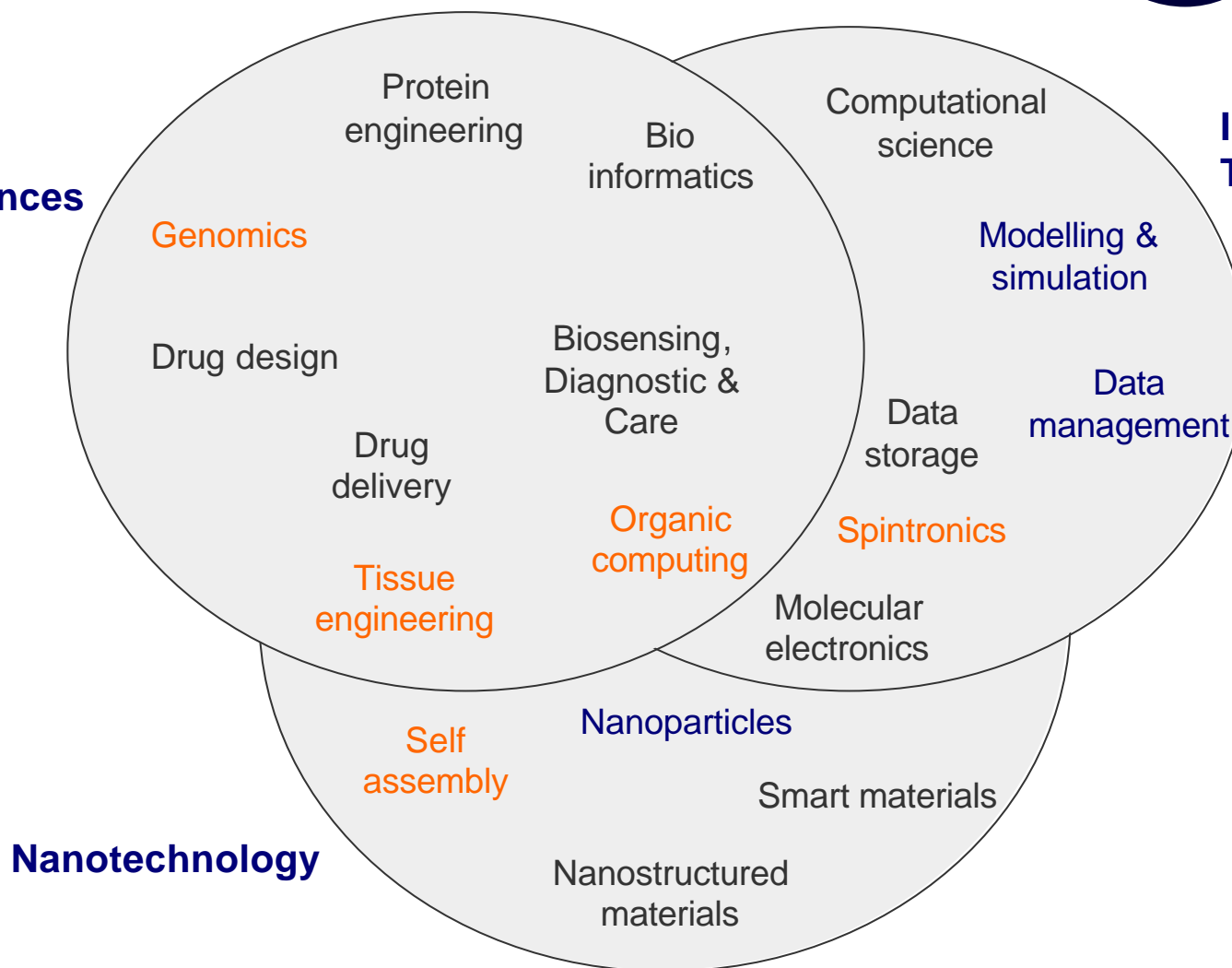


Les nanotechnologies sont le produit d'une convergence des sciences traditionnelles et de ce fait exigent des compétences

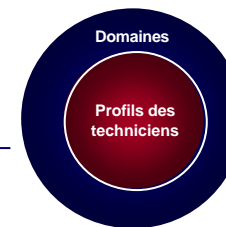
3

**Biology /
Life Sciences**

**Information
Technology**



Source: Dumoulin, Veres, Cameron; IMI, juin 2002



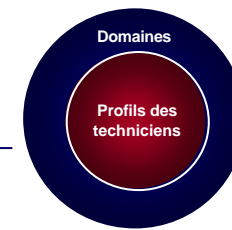
Les nanotechnologies sont le produit d'une convergence des sciences traditionnelles et de ce fait exigent des compétences

3

Les nanotechnologies représentent un défi sans précédent pour la formation

← Pour la « National Science Foundation » qui gère, à travers le National Nanotechnology Initiative, un budget de 2 milliards de \$ US pour les années 2000 à 2004 :

- « *Nanotechnology offers unprecedented opportunities to revitalize connection between disciplines and promote education at the interfaces between physics, mathematics, chemistry, biology and engineering. Although change is occurring in a relatively rapid fashion, there still exist many elements in the culture of our research universities that do not encourage multidisciplinary research.* » (Source: National Nanotechnology Initiative: The Initiative and its Implementation Plan - July 2000)



Les nanotechnologies sont le produit d'une convergence des sciences traditionnelles et de ce fait exigent des compétences

3

Les nanotechnologies représentent un défi sans précédent pour la formation

← Les champs d'applications sont complexes et les connaissances requises sont multidisciplinaires

- En raison de la convergence des disciplines, des compétences transversales seront nécessaires de la part des équipes scientifiques et techniques. Exemple:
 - ◆ *Des physiciens collaborent avec des chercheurs en physiologie pour développer des neuro-capteurs qui détecteront les changements physiologiques des neurones dans certaines circonstances. Ces changements seront enregistrés par des appareils électroniques et les résultats traités par informatique.*
- Le personnel scientifique devra résoudre des problèmes non traditionnels et prendre des précautions particulières. Exemples:
 - ◆ *En taille nano, les caractéristiques et les propriétés de la matière se modifient*
 - ◆ *La combinaison « inerte » (chimie - physique), « vivant » demande des compétences et des précautions particulières*
- Les champs d'exploration sont nouveaux et appelés à évoluer
 - ◆ *L'univers est incertain et dynamique*
 - ◆ *Les appareils et outils de travail doivent être développés et adaptés à l'évolution des connaissances et des besoins*
 - ◆ *Pour évoluer, les nanotechnologies doivent bénéficier de beaucoup d'innovations*

4. Nanotechnologies et équipements spécialisés

Certaines activités exigent des équipements spécialisés, généralement très coûteux

4

Travailler en nanotechnologies exige des équipements qui permettent de travailler en taille nano.

- ← **Pour certaines phases ou certaines opérations, les équipements courants de laboratoires tels que spectrométrie de masse, RMN, microscopie, fluorescence, luminescence, sont suffisants**

- ← **Pour comprendre et maîtriser certaines phases de caractérisation ou de développement de nouveaux produits, des équipements spécialisés sont indispensables**
 - Inverted fluorescence optical microscope, Scanning Probe, salle propre

- ← **Compte tenu du coût très élevé des équipements l'approche envisagée est de constituer des parcs d'équipements distribués par région, aux États-Unis comme au Canada**

3. Les nanotechnologies au Québec

Les créneaux porteurs

3. Les nanotechnologies au Québec : les créneaux porteurs

Pour comprendre quels seront les créneaux porteurs ou les domaines dans lesquels la demande de main-d'œuvre spécialisée est susceptible de se concrétiser le plus rapidement, il faut analyser les activités actuelles et prévues en nanotechnologies:

- 1. En recherche**
- 2. Dans les entreprises émergentes**
- 3. Dans les entreprises établies**

1. La recherche au Québec

Au Québec, les nanosciences sont présentes dans les institutions de haut savoir (universités, instituts de recherche)

8 universités

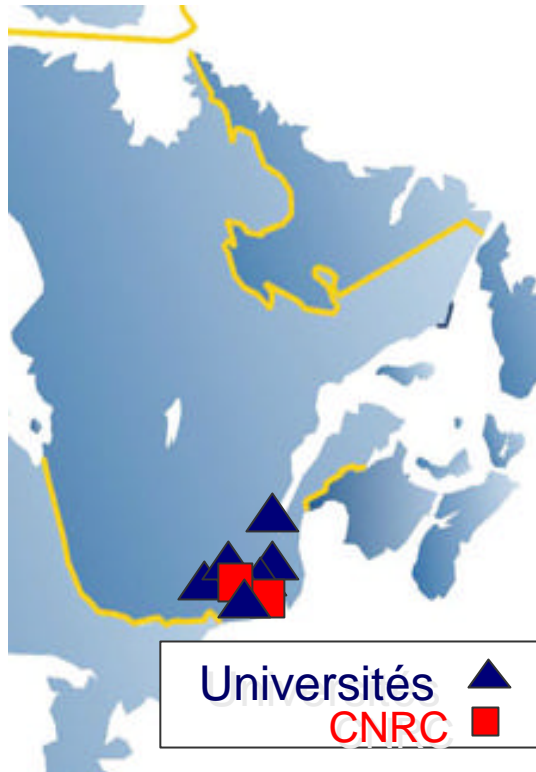
- Université de Montréal
- Ecole Polytechnique
- McGill University
- UQAM
- INRS
- Concordia
- Université Laval
- Université de Sherbrooke

← 60 chercheurs

← Financement initial de VRQ de 10 millions de \$ pour 3 ans

Le CNRC

- ← Institut des matériaux industriels
- ← Institut de recherche en biotechnologies



Source: Dumoulin, Veres, Cameron; IMI, juin 2002



Une capacité de recherche supérieure aux ressources financières disponibles et, par conséquent, une collaboration obligée entre les équipes

1. La recherche au Québec: 110 millions de \$ en infrastructures

Infrastructures financées dans le cadre des programmes de la FCI

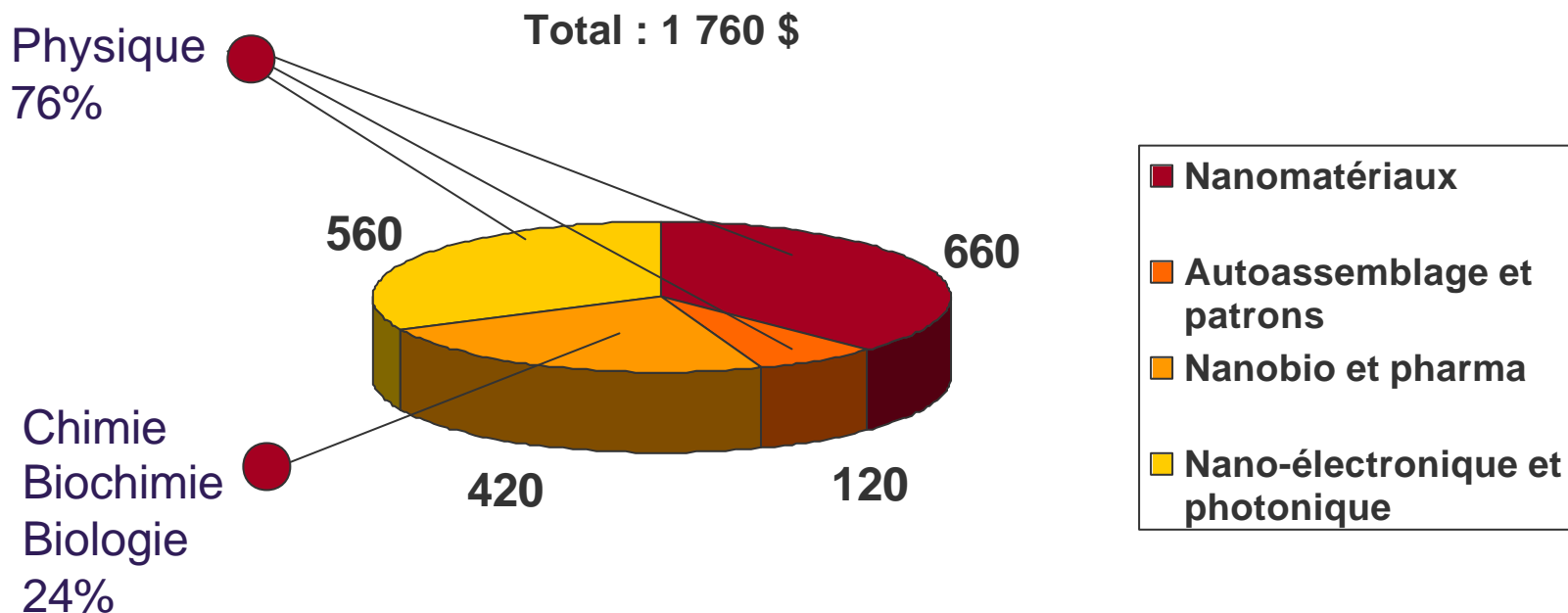
	M\$
← Laboratoire de micro et nanofabrication	14,7
← Laboratoires intégrés de recherche en nanopharmaceutique et matériaux mous	9,9
← Réseau québécois de calculs de haute performance (RQCHP)	10,0
← Laboratory for the Structural Analysis of Molecular Materials	3,2
← Infrastructure de recherche à l'interface entre l'optique, les polymères et la science des surfaces	2,6
← Centre de recherche en optique-photonique	34,0*
← MOVPE Facility for Semiconductor Band Gap Engineering for Opto-electronic Applications in Telecommunications	5,7
← Network of Diagnostic Tools: Core Facilities for the Development of Biosensors and Biochips	9,9
← MINI	10,0
← Nanotools	10,0

* Une portion seulement est véritablement nano.

1. Nano-Québec : Près de 2 millions de \$ alloué à la recherche

Sommes allouées aux projets en nanotechnologies par
VRQ, dans le cadre de Nano-Québec
(2 ans - en milliers de \$ CA)

Disciplines dominantes



Source : NanoQuébec

2. Les entreprises de nanotechnologies au Québec

Biomatera, Mtl

Minutia, Boucherville

Nanometrix, Mtl

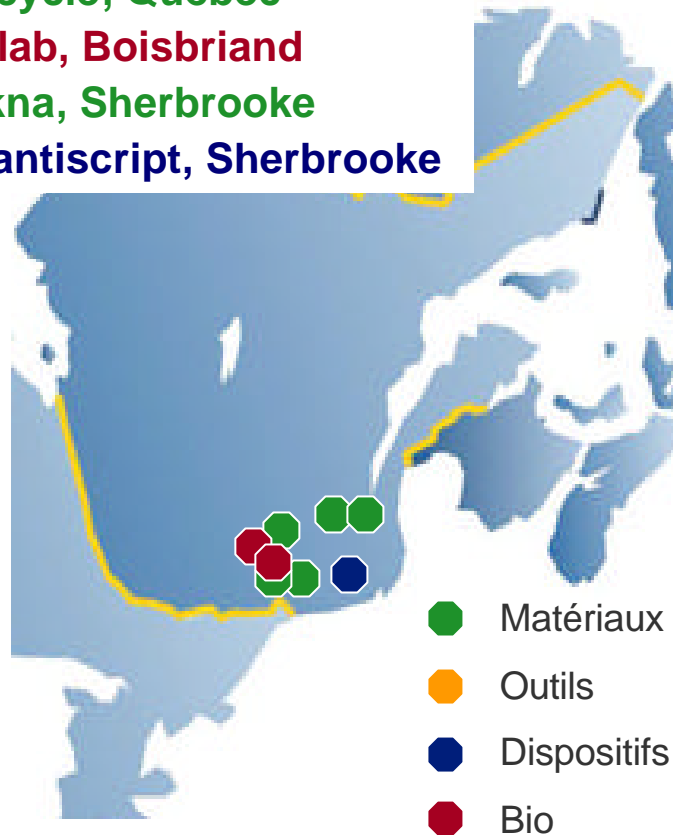
Nanox, Québec

Silicycle, Québec

Sinlab, Boisbriand

Tekna, Sherbrooke

Quantiscript, Sherbrooke



←Caractéristiques

- « Start up » ou entreprises en démarrage
- Comptent en général moins de 10 employés
- Sont en phase d'incubation, soit dans le giron d'instituts de recherche (IMI, IRB) ou d'universités
- Sont en phase de préproduction (du développement à l'usine pilote)
- La production est prévue, selon les cas, entre 12 à 24 mois

←Équipements

- Certaines de ces entreprises affirment qu'elles auront besoin d'avoir accès à des équipements spécialisés en nanotechnologies pour éventuellement poursuivre leur développement.
- La plupart travaillent actuellement avec des équipements relativement courants

←Besoins actuels en techniciens

- Dans leur phase actuelle de développement, la majorité des entreprises emploient surtout des détenteurs de baccalauréats et de maîtrises et très peu de techniciens. Elles recherchent :
 - ◆ *Des connaissances scientifiques de haut niveau*
 - ◆ *La polyvalence*
 - ◆ *L'adaptabilité*
 - ◆ *L'ouverture d'esprit*

Source : Dumoulin, Veres, Cameron; IMI, juin 2002

3. Les entreprises établies

Au Québec plusieurs industries sont susceptibles d'intégrer les nanotechnologies dans leurs processus d'ici quelques années, d'abord au niveau de la caractérisation et de la modélisation. Parmi les industries qui suivent de près les développements en cours :

L'industrie pharmaceutique et des biotechnologies

- Biocapteurs, biomarqueurs, diagnostics, soins
- Vectorisation des médicaments et des cosmétiques
- Bio-informatique
- Ingénierie tissulaire

← Les entreprises du secteur pourraient rapidement avoir des besoins importants en nanotechniciens

L'industrie métallurgique, notamment les alumineries

- Analyses et caractérisation
- Nouveaux produits, amélioration des propriétés (nanopoudres, matériaux intelligents)

← Les besoins en nanotechniciens se manifesteront essentiellement chez les fournisseurs de produits spécialisés

Industrie électronique et des télécommunications

- Dans l'état actuel de l'industrie, peu de récepteurs au Québec sont en état d'exploiter les résultats de la recherche

← La demande en nanotechniciens pourra être importante dès que l'industrie connaîtra une reprise

4. La demande en nanotechniciens

Compétences requises et taux d'absorption du marché

Constats sur la formation d'un nanotechnicien

Universitaires et industriels s'accordent pour dire que :

← Un technicien doit être à même d'intégrer plusieurs notions, pouvoir suivre un protocole et comprendre ce qu'il fait

← En nanotechnologies, la multidisciplinarité est une exigence qui découle de la convergence des disciplines : scientifiques et techniciens doivent avoir une compréhension

- des phénomènes chimiques, physiques et physiologiques combinés
- des phénomènes particuliers propres aux nanotechnologies (et des précautions à prendre)

← Les nanotechnologies sont l'occasion de combler certaines lacunes dans la formation actuelle des techniciens d'élite qui se distinguent par

- Une formation scientifique plus solide dans leur discipline de base complétée par une formation multidisciplinaire
- Une ouverture d'esprit plus grande
- Une polyvalence
- Des habiletés accrues au niveau de la manipulation (sécurité, salles propres, etc.)

Constats sur la formation d'un nanotechnicien...

← Des techniciens ayant un tel profil seraient grandement recherchés par l'industrie et les organisations de recherche

- En milieu universitaire, par exemple, des étudiants de niveau postdoctoral sont régulièrement utilisés pour modifier des appareils, prendre des mesures, etc., pour des raisons budgétaires certes, mais aussi faute de techniciens compétents et polyvalents

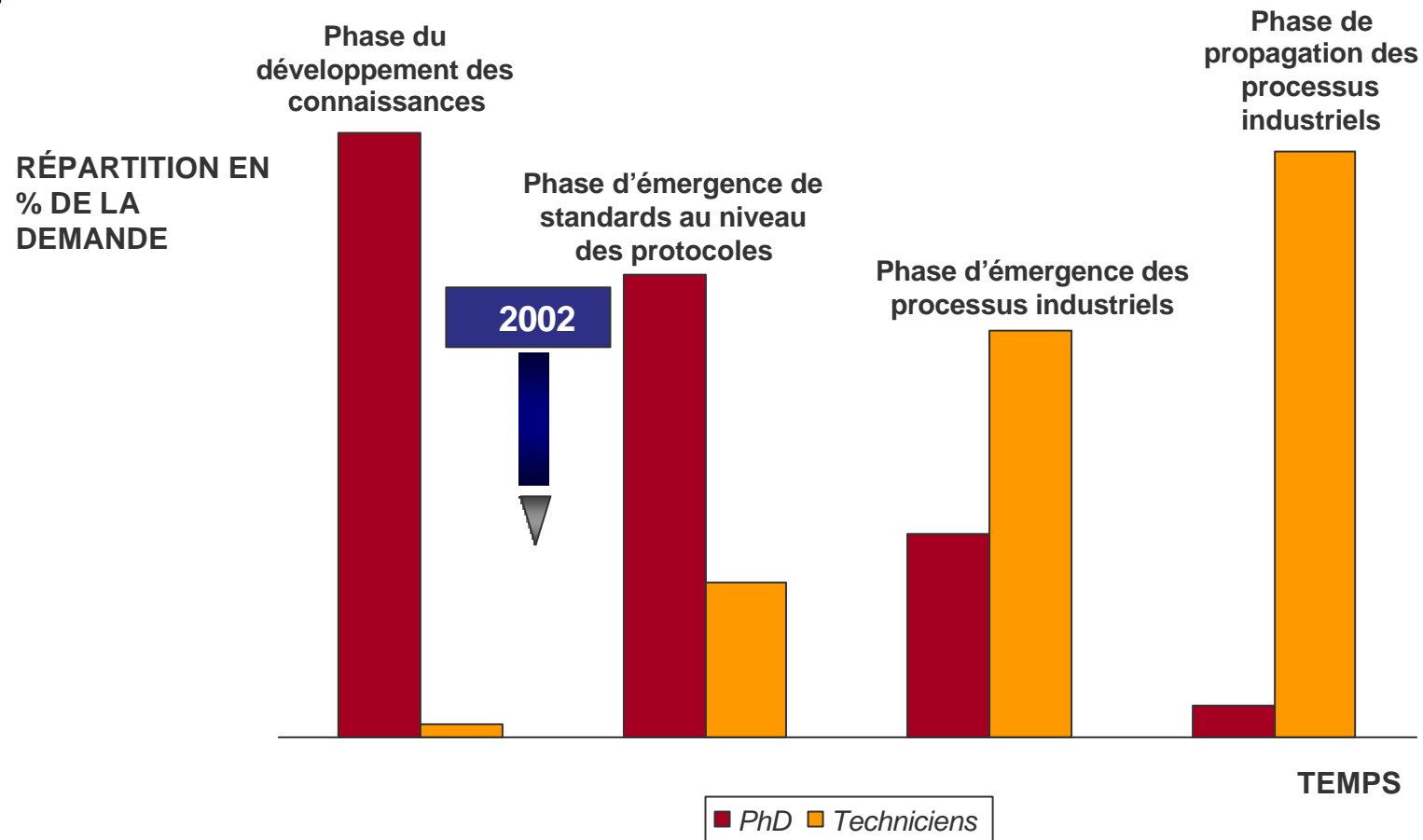
← Pour plusieurs, à cette étape de la pénétration des nanotechnologies dans l'industrie, les apprentissages sur des équipements spécifiques à la nanotechnologie ne sont pas encore jugés indispensables

- La plupart des mesures et analyses de caractérisation peuvent être faites par des méthodes conventionnelles sur des appareils conventionnels: spectromètre, RMN, microscope, chromatographe, etc.
- Pour la fabrication, certains équipements sont développés sur mesure pour un projet spécifique

← Toutefois, notamment pour les industriels et chercheurs du secteur bio, il est évident que l'accès à des équipements spécialisés est clé pour leur développement subséquent

- À cette étape de leur évolution, ils n'ont pas encore acquis ces équipements et, par conséquent, n'ont pas encore standardisé les opérations à faire avec ces équipements
- À l'IRB, où des équipements dédiés sont déjà en place, l'équipe qui les utilise ne prévoit pas intégrer de techniciens

Évolution de la demande de nanotechniciens



Les profils de techniciens recherchés

Rôles

← Dans les organisations qui oeuvrent en nanotechnologies, les techniciens sont actuellement utilisés ou le seront dans un avenir prévisible pour réaliser les activités suivantes:

- Entretien et modification d'appareils
- Manipulation et préparation
- Caractérisation
- Production (dans le cas des entreprises)

← À court terme, la capacité de travailler avec des équipements nano n'est pas requise, mais une certaine familiarisation serait utile

Profils

← Les techniciens utilisés actuellement et qui seront en demande dans les organisations sont détenteurs d'un DEC ou d'un baccalauréat dans ces domaines :

Formation de base

Physique

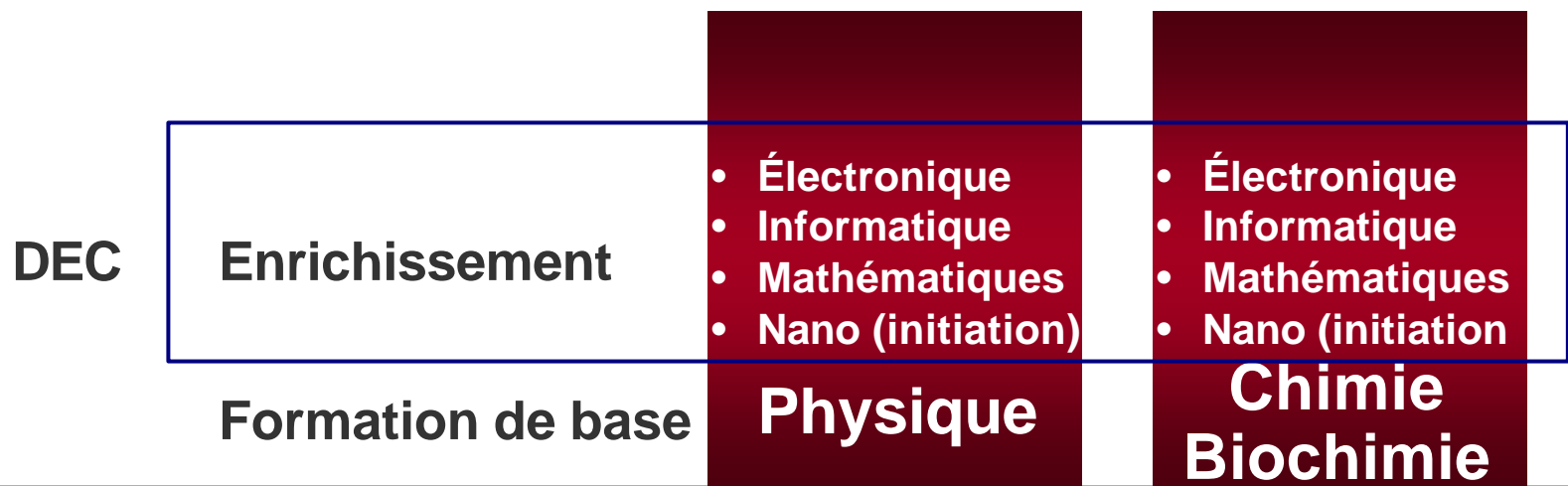
Chimie
Biochimie

Les profils de techniciens recherchés...

Lacunes

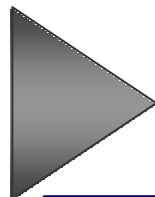
Formation de base

- ← Certaines lacunes dans la formation de base actuelle des techniciens ont été identifiées par les répondants. Elles devront être comblées pour satisfaire aux besoins actuels des entreprises et des organisations de recherche actives en nanotechnologies
- ← Les répondants souhaitent que les techniciens soient capables de :
 - modifier ou construire des équipements et appareils pour de nouvelles applications (connaissances fonctionnelles de la microélectronique, de l'informatique et de la mécanique)
 - comprendre les résultats (connaissances en mathématiques)



Les profils de techniciens recherchés...

Nano-techniciens



- ✓ Une formation supplémentaire aux programmes existants doit venir compléter les préalables
- ✓ Des habiletés spécifiques doivent être développées
- ✓ Les candidats doivent être sélectionnés en fonction des aptitudes recherchées

AEC

Aptitudes

- Polyvalence, ouverture d'esprit, pouvant s'adapter à un travail varié, minutie, souci de la sécurité, capacité de transfert et de supervision

Habiletés

- Expérience sur des équipements à jour dans leurs disciplines respectives et en électronique (microscopie, sonde balayante, lithographie)
- Manipulation fine (Salles propres, etc.)

Formation NANO

- Propriétés
- Applications
- Manipulations

- Propriétés
- Applications
- Manipulations

Formation multidisciplinaire

- Notions de base en chimie et en biologie

- Notions de base en physique et en biologie

DEC

Enrichissement

- Électronique
- Informatique
- Mathématiques
- Nano (initiation)

- Électronique
- Informatique
- Mathématiques
- Nano (initiation)

Formation de base

Physique

**Chimie
Biochimie**

Les besoins actuels et prévisibles en techniciens

Le nombre de nanotechniciens requis par le marché du travail d'ici 18 à 24 mois est difficile à quantifier avec certitude

← Les besoins évolueront par palier en fonction de l'importance des investissements

- Dans les entreprises en démarrage, l'évolution de l'embauche dépend des résultats de la R-D et des sommes recueillies dans les différentes rondes de financement
 - ◆ *Toutes à une phase de développement où les risques techniques et financiers sont relativement élevés*
- Les entreprises établies embaucheront de façon importante dès que les processus seront standardisés
 - ◆ *En attendant, elles n'ont pas annoncé leurs couleurs*
- Les universités et centres de recherche embaucheront de façon plus importante dès que les infrastructures annoncées seront réalisées
 - ◆ *Actuellement, la demande des institutions de haut savoir pour les techniciens reste relativement modeste et elles continueront à utiliser dans leurs laboratoires des universitaires (bac, maîtrise, postdoct.)*

← Le perfectionnement des techniciens en emploi dans les universités et les entreprises établies est un marché qui peut prendre progressivement de l'ampleur

Toutefois la demande actuelle est ferme

- ← Il existe une réelle demande pour des techniciens mieux formés, notamment dans les domaines des matériaux et des biopharmas
- ← Selon les informations recueillies, le marché du travail pourrait absorber immédiatement des cohortes de 30 à 40 nanotechniciens ayant comme préalable une formation de base, soit physique, soit en chimie / biochimie.

5. Des exemples de stratégies de développement de la main-d'oeuvre

États-Unis, France

Les États-Unis

Positionnement des nanotechnologies

- Les États-Unis ont fait du développement des nanotechnologies une priorité nationale
- Leur objectif : s'assurer d'avoir une position dominante dans toutes les industries où les nanotechnologies ont un rôle clé en gagnant les courses technologiques et en se positionnant pour gagner les courses à la commercialisation

La stratégie

- R-D: un programme d'investissement en R-D défini au niveau national et géré par la National Science Foundation comportant:
 - Des investissements massifs dans la R-D gouvernementale
 - Une contribution significative des universités et des centres de recherche aux objectifs nationaux
- Main-d'oeuvre
 - Une stratégie d'élitisme visant à attirer les meilleures ressources scientifiques et techniques
 - Des efforts importants de sensibilisation pour susciter des carrières scientifiques et techniques

Le déploiement

- Créer un momentum pour accélérer la recherche et le développement des compétences
 - Obligation de collaboration entre les organismes, pour le partage des ressources et des équipements
 - Octroi de fonds de recherche aux universités assortis de l'obligation d'agir en matière de:
 - *formation et d'encadrement des professeurs « College » et « High School » et sensibilisation du milieu (Outreach program)*

États-Unis : La formation de la main-d'œuvre de niveau technicien

← Les États-Unis n'ont pas à proprement parler, de programmes pour former des techniciens, comme on en retrouve au Québec. D'ailleurs, de l'avis de plusieurs, cette main-d'œuvre spécialisée est pour le Québec un avantage concurrentiel indéniable

- Les « High School » et les « Undergraduate College » offrent une formation qui peut éventuellement combler une partie des besoins en techniciens

← La formation de la main-d'œuvre technique fait partie des « Outreach Programs » que doivent déployer les universités pour obtenir leurs fonds de recherche du NSF

← Un exemple de « Outreach Program » en 2 volets

La formation et l'encadrement des professeurs de niveau High School

← Cours d'été offerts par les universités visant la mise à niveau des connaissances des enseignants

← Financement de projets de recherche encadrés pour les professeurs de High School en milieu universitaire

- Summer Research Program for Science Teachers:
<http://www.scienceteacherprogram.org/>

Les programmes de sensibilisation du milieu

← Développement conjoint par les universités d'une banque de cours et d'activités scientifiques visant des objectifs et des apprentissages spécifiques, destinés à la clientèle des High School et disponibles sur Internet

- Ex.Columbia:
<http://research.radlab.columbia.edu/mrsec/>

← Tournées en milieu scolaire

- Conférences
- Démonstrations

← Visites industrielles et de laboratoires

États-Unis : La formation de techniciens en nanotechnologies

Dans le cadre des programmes financés par la NSF, des efforts sont prévus pour la formation de nanotechniciens

← Un exemple: Penn State et le Ben Franklin Institute

- <http://www.sep.benfranklin.org/news/001025.html>
- La collaboration avec plusieurs collèges est à l'ordre du jour pour la formation de techniciens spécialisés
- Toutefois, aucun des collèges concernés n'a encore publié son programme

L'Europe

Positionnement des nanotechnologies

← On ne retrouve pas en Europe l'équivalent du National Nanotechnology Initiative mis de l'avant par le gouvernement américain

La stratégie

← L'Union européenne essaie de faire converger les efforts nationaux de recherche, mais ses investissements sont pour le moment nettement inférieurs à ceux consentis par les États-Unis

Le déploiement

← L'Allemagne, par exemple, fait partie des pays européens qui accordent le plus de ressources aux nanotechnologies et le gouvernement a structuré la R-D autour de 6 centres de compétences <http://www.bmbf.de/295.html>


- Avec leur tradition établie en matière de formation de techniciens, il serait sûrement utile de suivre leurs programmes de formation
- Selon nos sources, la Suisse qui a établi des collaborations avec l'Allemagne était sur le point d'annoncer une formation de techniciens en nanotechnologies



Le déploiement

← En France, les nanotechnologies font partie des « domaines de recherche porteurs » du ministère de la Recherche, mais les financements accordés demeurent limités à l'échelle de ce pays (seulement 100 millions d'Euros sur 3 ans)

- La région Rhône-Alpes semble la plus active en nanotechnologies (Grenoble en tant que pôle en micro-nanotechnologie et St-Étienne en tant que pôle en optique-vision) : les universités offrent une formation de 2e cycle et des investissements majeurs ont été réalisés dans Minatec
- Un examen attentif des programmes de BTS (brevets de technologie supérieure) et des offerts dans la région nous permet de constater qu'aucun lycée n'offre encore de formation spécifique en nanotechnologies
 - ◆ *Toutefois, avec la formation de base déjà offerte dans certains lycées, l'effort à consentir pour spécialiser certains étudiants ne serait pas énorme:*
 - <http://www.ac-grenoble.fr/lycee/louise.michel/btsbioch.htm>
- Par ailleurs, aucun IUT (Institut Universitaire de technologie) français ne semble encore offrir une formation spécifique en nanotechnologies (quoique certains possèdent des programmes de génomique ou de couches minces)



Le Québec n'accuse pas de retard notable en matière de formation de nanotechniciens. Il faudrait, par contre, vérifier au cours des prochains semestres l'apparition de programmes spécialisés aux États-Unis et en Europe

6. La stratégie de développement et d'établissement de programmes

L'enjeu de la convergence et de la collaboration

La formation des nanotechniciens au Québec

Positionnement des nanotechnologies

- Pour le Canada et le Québec, s'assurer d'une place dans la course technologique, pour préserver la compétitivité de nos scientifiques et de nos entreprises

La stratégie

- Investir dans la R-D en fonction des compétences scientifiques existantes et en tenant compte des récepteurs industriels qui peuvent tirer parti des nouvelles connaissances
- En cette phase d'émergence, jouer la carte de la polyvalence et éviter le piège de la surspécialisation tout en maintenant un monitoring constant de l'évolution des nanotechnologies
- Tirer le meilleur parti de nos ressources restreintes en les partageant
- Accélérer nos courbes d'apprentissage en misant sur la collaboration
- Viser l'excellence en tablant sur les meilleures ressources disponibles dans le réseau
- Viser à attirer les meilleurs étudiants et les meilleurs professeurs

La formation des nanotechniciens au Québec...

Principes directeurs

- Favoriser l'essaimage dans la formation scientifique et technique de la nanoscience et de la nanotechnologie
- Adapter les formations techniques à ces nouvelles technologies
- À court terme, développer et offrir des AEC répondant aux besoins
- Offrir des formations qui permet de donner aux étudiants accès aux meilleures ressources du réseau quel que soit le collège d'appartenance et inciter les divers intervenants à travailler ensemble.

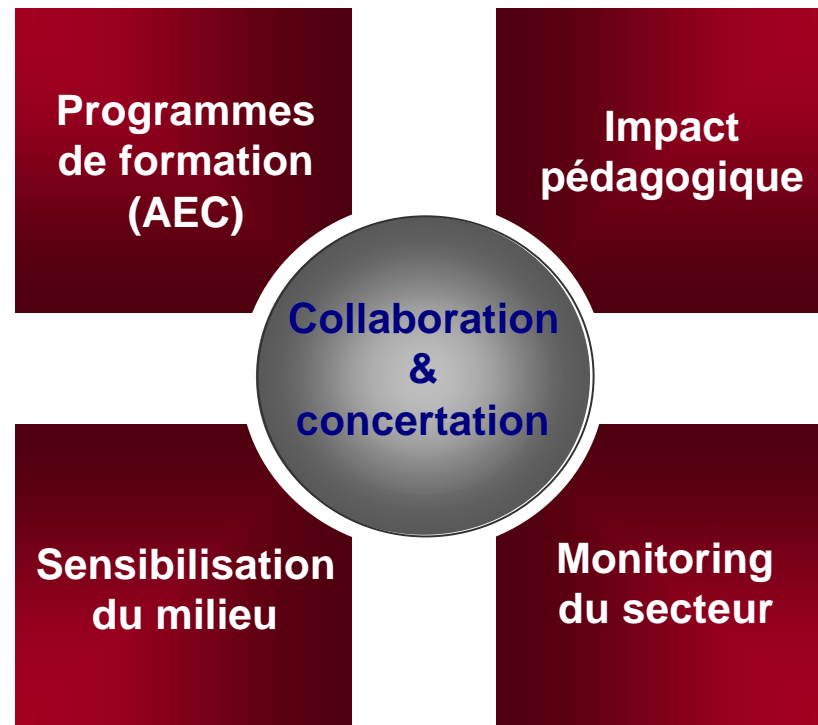
Les atouts

- Capitaliser sur la volonté exprimée des scientifiques oeuvrant dans les universités et les centres de recherche, pour déployer un effort concerté avec les collègues
- Capitaliser sur la volonté et l'intérêt affirmés des collègues et de leur corps professoral à l'égard des nanosciences et des nanotechnologies
- Miser sur la disponibilité des fonds pour fournir assistance et encadrement aux groupes de travail
 - Emploi-Québec
 - Nano-Québec
 - MEQ

Le cœur de la stratégie: collaboration et concertation

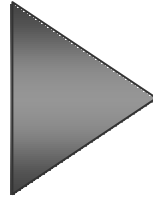
La collaboration est indispensable pour

- ← compenser nos lacunes (ressources humaines, financières et techniques limitées)
- ← accélérer nos courbes d'apprentissage
- ← favoriser la communication et les transferts de connaissances et d'information



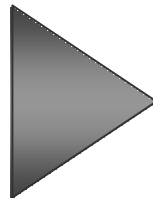
Les groupes de travail

Programmes de formation (AEC)



- Pour chacune des filières (physique et chimie / biochimie), soutenir un ou des groupes de travail formés de représentants de collège, de professeurs/chercheurs (université et CNRC), de représentants de l'industrie qui aura ou auront pour mandat :
 - D'établir plus finement les connaissances requises par un nanotechnicien et les qualités recherchées pour un programme AEC, notamment :
 - *Définir les modules requis pour une formation multidisciplinaire;*
 - *Préciser les connaissances spécifiques aux nanotechnologies.*

Impact pédagogique



- Déterminer les connaissances à acquérir dans une perspective « formation/perfectionnement » pour les enseignants du collégial en science et en nanotechnologie.
- Voir les renforcements souhaitables dans les programmes et cours de science du DEC actuel.
- Faire l'état de situation quant à l'instrumentation en place et à celle éventuellement requise.

Les groupes de travail

Sensibilisation du milieu



- **Offrir au milieu collégial des activités de sensibilisation et de veille**
 - Inviter la direction des collèges et les professeurs du collégial à des conférences et colloques sur les nanotechnologies de façon à ce qu'ils soient mieux en mesure de jouer leur rôle dans la chaîne de valeur ajoutée en étant :
 - *informés de l'évolution et des tendances observées dans les nanotechnologies et leurs applications*
 - *au courant du développement des nouvelles connaissances*
 - *en contact avec les employeurs*
 - Offrir aux étudiants
 - *des visites guidées dans les grands laboratoires*
 - *des conférences sur les applications nano*
- **Sensibiliser aussi les universitaires à la nécessité de collaborer avec les collèges (cf. stratégie américaine)**

Monitoring du secteur



- **Compte tenu de l'évolution rapide que risquent de connaître les domaines d'applications, il est impératif d'assurer un monitoring étroit, au cours des prochaines années**
 - pour s'assurer de connaître à temps les créneaux porteurs et l'évolution des profils de compétences requis
 - pour ajuster la stratégie « en temps réel »
 - (développement d'un site Web à cet effet).

Annexe

Personnes consultées

Personnes interrogées

Milieu de la recherche

- ← Robert Sing, Université de Montréal, directeur, Nano-Québec
- ← Patrick Desjardins, École Polytechnique
- ← Peter Grütter, [Research Director of the NSERC Nano Innovation Platform](#), département de physique, Université McGill
- ← Michel Dumoulin, directeur, matériaux et procédés, IMI
- ← John H. Luong, chercheur principal, Chef nanobiotechnologies, IRB
- ← Mohamed Chaker, directeur, INRS

Entreprises de nanotechnologies

- ← Juan Schneider, Nanometrix
- ← Sabin Boily, Groupe Minutia
- ← Robert Massé, MDS Pharma Services
- ← Gary Whipp, Nanox (Québec)
- ← Sylvie Otis, BioMatera
- ← Lyne Léger, Nexia

Représentants des Collèges

- ← Michel Sylvestre, directeur général, RCMM
- ← Roch Tremblay, directeur général, Collège Ahuntsic
- ← Maurice Senneville, directeur des études, Collège André-Laurendeau
- ← Robert Ducharme, directeur des études, Collège de St-Jérôme
- ← Maurice Piché, directeur des études, Collège Bois-de-Boulogne