

NANOTECHNOLOGIES

L'ère du « Nano Inside » est arrivée

Les frontières de l'infiniment petit sont constamment repoussées



Nicolas Demers

dossiers@transcontinental.ca

Dans l'une de ses dernières publicités télévisées, **Hewlett-Packard** décrit l'univers auquel nous convient les nanotechnologies : une ampoule électrique qui ne brûle jamais, une automobile capable de penser, un ordinateur pouvant emmagasiner tous les livres déjà écrits, bref, un monde auquel on n'a jamais osé penser, ou presque. À la fin de sa pub, HP associe son label aux nanotechnologies : « n is for nanotechnology, brought to you by HP. »

Babolat, un fabricant d'articles de sport, vient de mettre sur le marché un nouveau modèle de raquette de tennis : la NCT (pour Nano Carbon Technology), cinq fois plus rigide qu'une raquette ordinaire composée de carbone, spécifie-t-on sur le site Web de l'entreprise. De son côté, **Infectio Diagnostic**, de Québec, planche sur un test capable de détecter une kyrielle d'infections à partir de l'ADN, et ce, en moins d'une heure. Ce serait une première mondiale.

L'ère du « Nano Inside » est donc bel et bien arrivée. Des scientifiques de toutes disciplines – physique, chimie, biologie, mathématiques, ingénierie, électronique et informatique – en sont aujourd'hui

au début de l'exploration des phénomènes quantiques qui se déroulent à l'échelle du nanomètre, et déjà une flopée de multinationales se targuent de faire des produits dans l'infiniment petit.

De par le monde

La firme de courtage **Merill Lynch** vient de créer un index des 25 entreprises les plus prometteuses dans le domaine. En mars dernier, le gouvernement américain octroyait 3,7 milliards de dollars américains (G\$ US) sur quatre ans à la **National Nanotechnology Initiative**. Et comme aux États-Unis, plusieurs pays s'organisent afin de créer leur *nanovally* qui servira d'incubateur aux **Microsoft**, **Ericsson**, **Bombardier** et autres **Pfizer** de demain. Déjà, les petites entre-

prises spécialisées en nanotechnologie pullulent. Certains observateurs prévoient même que leur essor modifiera la carte économique du monde.

Le potentiel économique des nanotechnologies est tout

Le potentiel économique des nanotechnologies est gigantesque.

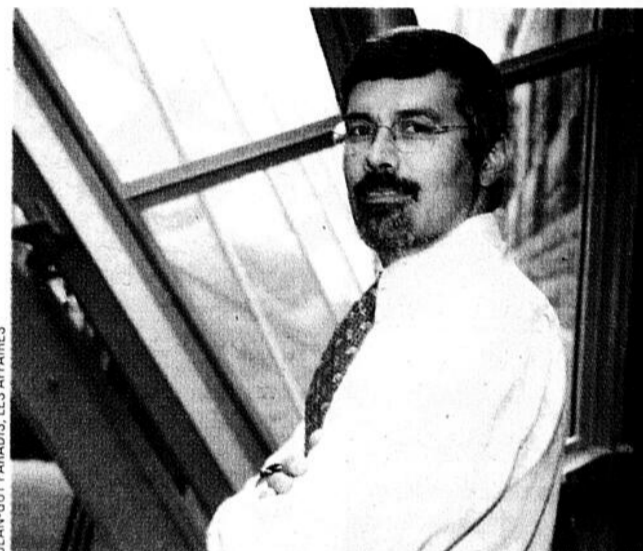
simplement gigantesque. La **National Science Foundation** des États-Unis prévoit, d'ici 2015, des retombées mondiales de 1 000 G\$ par an.

En comparaison, les ventes de semi-conducteurs ont atteint 166 G\$ US en 2003. Deux millions de personnes,

venant de tous les secteurs industriels, devraient alors travailler dans le domaine des nanotechnologies.

Selon la société **CMP Cientifica**, le marché mondial des nanotechnologies devrait atteindre 537 G\$ US en 2005. Quatre segments seraient particulièrement porteurs : les matériaux, les semi-conducteurs, la pharmacutique et les catalyseurs.

Au prorata de l'ampleur de son économie, le Canada pourrait accaparer 3 % à 5 % du marché mondial – soit 30 à 50 G\$ US. Le Québec – reconnu comme étant le chef de file canadien des nanotechnologies – n'est pas en reste puisqu'il pourrait récolter au moins le tiers de ces retombées, soit 10 à 15 G\$ US par année. Au moins huit secteurs d'activité



JEAN-GUY PARADIS, LES AFFAIRES

Robert Sing, directeur, programmes scientifiques, de NanoQuébec : « On ne peut imaginer toutes les conséquences et applications des nanotechnologies sur notre mode de vie. »

sont pressentis comme étant susceptibles de bénéficier de la vague des nanotechnologies.

Robert Sing, directeur, programmes scientifiques, de **NanoQuébec**, pense que la portée économique et sociale des nanotechnologies sera

tellement importante qu'elle doit être d'ores et déjà organisée à partir d'une action concertée. « On ne peut encore imaginer aujourd'hui toutes les conséquences et applications des nanotechnologies sur notre mode de vie », souligne-t-il. ■

QUE SONT LES NANOTECHNOLOGIES ?

Le préfixe nano vient du grec nanos qui signifie « très petit ». Les scientifiques l'utilisent comme unité de mesure pour exprimer un nanomètre, correspondant au milliardième d'un mètre (1/10⁹). Pour donner une idée, un nanomètre est 30 000 fois plus fin que l'épaisseur d'un cheveu.

Les nanotechnologies ne se résument pas uniquement à une question de dimension. Elles concernent aussi

la maîtrise de la matière à l'échelle atomique.

« On contrôle l'organisation des atomes et des molécules afin notamment de créer des matériaux dotés de nouvelles propriétés », dit **Robert Sing**, directeur, programmes scientifiques, de **NanoQuébec**. Il ajoute que ces propriétés peuvent être mécaniques, électriques, optiques, magnétiques, voire biologiques, et recèlent un énorme potentiel

dans toutes sortes de domaine.

L'exploration de l'infiniment petit n'aurait pas été possible sans le génie de **Gerd Binnig** – un scientifique employé par **IBM** à Zurich –, qui inventa en 1981 le microscope à effet tunnel et en 1985 le microscope à force atomique (AFM), qui allaient permettre l'observation de la matière à l'échelle atomique. En dépit des prouesses de **Binnig**, la paternité des nanotechnologies revient toutefois

au prix Nobel **Richard Feynman**, qui évoqua leur possible existence en 1959 lors d'une conférence : « Les lois physiques autorisent a priori la manipulation et le positionnement contrôlé des atomes et des molécules, individuellement, un par un. »

Et de là lui vint de s'interroger : « Pourquoi ne pourrait-on pas écrire les 24 volumes de l'encyclopédie **Britannica** sur une tête d'épingle ? » ■ N.D.

« En s'affirmant comme un pôle d'excellence en nanotechnologies et en développant une capacité d'innovation de classe mondiale, le Québec bénéficiera, au cours des années à venir, de retombées importantes pour son économie et pour l'ensemble de la société. »



NanoQuébec

www.NanoQuebec.ca

L'indice Nanotech de Merrill Lynch

Nicolas Demers

dossiers@transcontinental.ca

L'indice Nanotech de Merrill Lynch (NNZ) est composé de 25 entreprises américaines dont un pourcentage notable de la rentabilité est étroitement lié aux nanotechnologies. Toutefois, ces entreprises sont issues de secteurs diversifiés,

ouvrant principalement dans les secteurs des matériaux, des semi-conducteurs, de l'instrumentation, des biotechnologies et de l'énergie.

Parmi les entreprises qui ont été capables de dégager une marge bénéficiaire durant la dernière année, on trouve NVE Corp. (16,74 %), Headwaters (12,60 %), Symyx Technologies (9,69 %), MTS Systems (7,85 %), Cabot Corp. (7,37 %), Amcol International Corp. (5,86 %), FEI (2,31 %) et Nanometrics (0,30 %). Trois de ces entreprises sont spécialisées dans le secteur des matériaux (Symyx, Cabot, Amcol International), et deux le sont dans le secteur de l'instrumentation (MTS Systems et FEI). Il faut souligner que la rentabilité de ces entreprises peut provenir d'activités non reliées aux nanotechnologies.

Enfin, notons que peu d'entreprises ont enregistré une hausse de leurs cours depuis 200 jours. Seules les entreprises Headwaters (+ 7,33 \$), Cabot Corp. (+ 5,60 \$) et Biosante Pharmaceuticals (+ 1,46 \$) ont vu le prix de leurs actions grimper. ■

Entreprises formant l'indice Nanotech de Merrill Lynch

Entreprises	Symbole boursier	Spécialités
Amcol International	ACO	Matériaux
Applied Films	AFCO	Matériaux
Altair Nanotechnologies	ALTI	Matériaux
BioSante Pharmaceuticals	BPA	Biotechnologie
Caliper Life Sciences	CALP	Instrumentation
Cabot Corp.	CBT	Matériaux
Emcore	EMKR	Semi-conducteurs
FEI	FEIC	Instrumentation
Flamel Technologies	FLML	Matériaux
Headwaters	HDWR	Énergie
JMAR Tech	JMAR	Semi-conducteurs
MTS Systems	MTSC	Instrumentation
Nanometrics	NANO	Instrumentation
Nanophase Technologies	NANX	Matériaux
Nanogen	NGEN	Biotechnologie
NVE Corp	NVEC	Propriété intellectuelle
Universal Display	PANL	Imagerie
Pharmacopeia	ACCL	Biotechnologie
SkyPharma	SKYE	Biotechnologie
Symyx Technologies	SMMX	Matériaux
Three-Five Systems	TFS	Imagerie
Harris & Harris	TINY	Capital de risque
Ultratech	UTEK	Semi-conducteurs
Veeco Instruments	VECO	Instrumentation
Westaim	WEDX	Capital de risque

SOURCE : MERRILL LYNCH

LES ORIGINES DE NANOQUÉBEC

Comme ailleurs dans le monde, les débuts d'une stratégie concertée de développement des nanotechnologies au Québec datent du début des années 2000. Conscient de l'impact de cette nouvelle science sur la croissance économique future de nombreux secteurs industriels, le gouvernement du Québec, sous les auspices de Valorisation Recherche Québec (VRQ), a entrepris d'étudier l'éventail des nanotechnologies.

VRQ s'est d'abord tournée vers le milieu universitaire pour favoriser le réseautage, en faisant appel à Clive Willis comme consultant, l'actuel directeur général de NanoQuébec. Patrick Desjardins, professeur de physique à l'École Polytechnique de Montréal, faisait partie du réseau de chercheurs auquel le gouvernement a fait appel : « Nous devons définir les nanotechnologies et déterminer ce que le Québec pourrait y faire, dit-il. Cela a mené à la création de NanoQuébec en 2001. » Depuis, Robert Sing en assure la direction administrative, sous la gouverne d'un conseil d'administration composé de scientifiques issus essentiellement du milieu universitaire.

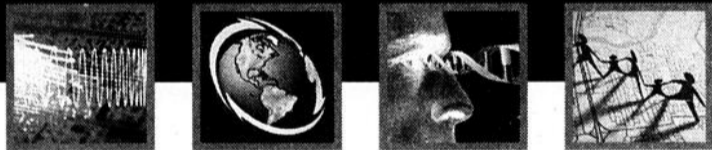
La mission de NanoQuébec est de taille : amener le Québec au rang de chef de file de la recherche et de la valorisation des nanosciences et des nanotechnologies sur les scènes nationale et internationale. Pour y arriver, NanoQuébec a obtenu 10 M\$ sur 3 ans pour privilégier quatre axes de développement : la recherche, les infrastructures, la concertation et différents projets novateurs. Au cours des dernières années, NanoQuébec a financé 18 projets de recherche scientifique dans le milieu universitaire totalisant 3,36 M \$. ■

commerce
ABONNEZ-VOUS!

12 numéros
pour seulement
15\$
+ taxes

(514) 392-2030
1 800 361-7215

La science en ACTION pour un monde en ÉVOLUTION



Le génie au service des nanotechnologies

Université de recherche et de formation de 2^e et de 3^e cycle, l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) contribue à l'innovation scientifique et technologique du Québec dans les domaines des matériaux de pointe, des nanotechnologies, de la photonique, des télécommunications et de l'énergie, par le biais de son centre de recherche Énergie, Matériaux et Télécommunications.

Des expertises en télécommunications/photonique

- Développement de technologies de micro et de nanofabrication
- Conception et exploitation des systèmes de télécommunications
- Production d'impulsions ultrabrèves de rayons X
- Imagerie biomédicale
- Ingénierie de systèmes et de composants radiofréquences et photoniques
- Synthèse et caractérisation des matériaux

Des programmes de formation de 2^e et de 3^e cycle

- Maîtrise et doctorat en sciences de l'énergie et des matériaux
- Maîtrise professionnelle en télécommunications
- Maîtrise et doctorat en télécommunications

Un parc unique d'équipements scientifiques de pointe, incluant les :

- Laboratoire de micro et nanofabrication (LMN)
- Laboratoire international de source de rayonnement laser ultrarapide (ALLS)



Université du Québec

Institut national de la recherche scientifique

Téléphone : (418) 654-INRS (4677) - (450) 929-8100

www.inrs.ca

AU PAYS DES GÉANTS

QUAND LE PROFESSEUR JACQUES BEAUVAIS A FONDÉ LE PREMIER LABORATOIRE DE NANOLITHOGRAPHIE AU CANADA IL Y A 10 ANS, IL SE DOUTAIT BIEN QUE SES TRAVAUX LE MÈNERAIENT INFINIMENT LOIN. DE LÀ À CRÉER LE NOUVEAU STANDARD MONDIAL DE LA FABRICATION DES SEMI-CONDUCTEURS, IL N'Y AVAIT QU'UN PAS... QU'IL S'APPRÊTE À FRANCHIR.

Dans les laboratoires de Quantiscript à l'Université de Sherbrooke, lui et ses partenaires Éric Lavallée et Dominique Drouin cherchent à réduire le plus possible les tracés conducteurs de courant dans les puces. Ils ont déjà réussi à concevoir un tracé de 30 nanomètres, trois fois plus petit que la norme actuelle. Au pays des géants Sony, Intel et Motorola, plus c'est petit, plus les impacts sont colossaux.

Déjà considérée comme un symbole de l'économie du haut savoir en Estrie, Quantiscript pourrait bien, d'ici peu de temps, transformer radicalement notre quotidien technologique et porter aux nues nos trois ingénieurs. Toute l'industrie les surveille de près...

Les nanotechnologies à l'Université de Sherbrooke, c'est aussi :

- une dizaine d'équipes de recherche
- des laboratoires à la fine pointe pour le développement de nouveaux matériaux et de dispositifs innovants en électronique et en photonique
- des partenariats de transfert technologique à la fine pointe du savoir



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

www.USherbrooke.ca/audace/nano

Le coeur des scientifiques bat au rythme de l'infiniment petit

Des chercheurs québécois travaillent sur plusieurs fronts

Nicolas Demers

dossiers@transcontinental.ca

À l'entrée de la Faculté de physique de l'Université McGill, une photo montre le buste du physicien Ernest Rutherford, lauréat du Prix Nobel de chimie de 1908 pour sa théorie de la transformation radioactive. À côté, un tableau présente les recherches d'étudiants au doctorat sur une molécule électronique servant à la fabrication de circuits électroniques à l'échelle du nanomètre...

À l'Université Laval, la composition d'une formule chimique est inscrite sur la vitre d'une salle d'expérimentation, derrière laquelle une éprouvette contient un liquide jaunâtre composé de nanocristaux fluorescents...

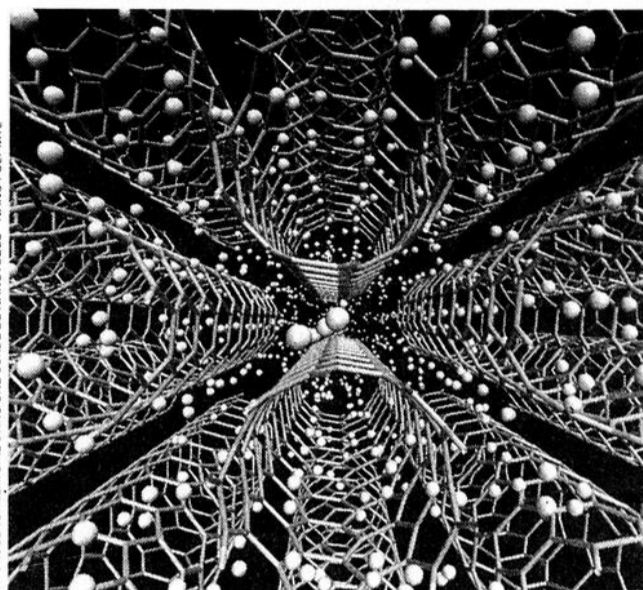
À l'Institut des matériaux industriels, une énorme machine générant un champ magnétique produit une petite boule aimantée faite à partir de nanotechnologies. À l'autre extrémité du laboratoire se trouvent des polymères composés de nanoparticules...

Cela saute aux yeux : le cœur de la communauté scientifique québécoise bat au rythme des nanotechnologies. Il faut dire que plusieurs secteurs économiques qui profiteront de l'essor des nanotechnologies au Québec sont étroitement liés aux travaux et aux découvertes de nos scientifiques, à court et moyen terme.

Ainsi, les recherches actuelles en nanotechnologies peuvent être répertoriées en trois grandes catégories : les matériaux, les dispositifs et la nanobioscience.

Les matériaux

Les nanotechnologies, qu'elles soient liées à l'information, à l'énergie, aux transports, aux biens de consommation ou à la médecine, exploitent des matériaux dont les diverses propriétés – mécaniques, optiques, magnétiques, chimiques ou biologiques – peuvent être modifiées et améliorées afin de mieux répondre aux exigences de l'application. Or, les activités de plusieurs chercheurs québécois visent



Les métaux et alliages dont la taille des grains est de dimension nanométrique détiennent de meilleures propriétés mécaniques, comme de plus grandes résistance et malléabilité.

justement la découverte et la production de nanomatériaux et la compréhension et la modélisation de l'origine des nouvelles propriétés, l'objectif étant de concevoir des matériaux spécifiquement adaptés aux applications envisagées.

Par exemple, les métaux et alliages dont la taille des grains est de dimension nanométrique détiennent de meilleures propriétés mécaniques, comme de plus grandes résistance et malléabilité. L'ajout de nanoparticules ou de nanotubes de carbone aux plastiques les rend plus solides et incombustibles. Les nanoparticules dont le rapport surface-volume est très élevé présentent des avantages indéniables pour différents secteurs, comme une meilleure absorption des polluants par exemple.

Trois catégories de matériaux font l'objet de travaux de recherche : les matériaux massifs ou composites; les revêtements et couches minces; et les poudres et particules libres ou en suspension. Les applications potentielles sont nombreuses.

Les dispositifs

Plusieurs objets utilisés dans la vie courante sont composés de dispositifs. Le secteur de l'électronique regorge d'exemples : ordinateurs, systèmes de télécommunications, capteurs

plus en plus de transistors petits et nombreux sur la surface des puces électroniques. Aujourd'hui, la taille de la grille d'un transistor avoisine les 100 nanomètres. En laboratoire, elle serait d'une dizaine de nanomètres, si bien que la miniaturisation des transistors composés de silicium est en train d'atteindre ses limites.

Afin d'assurer la progression à long terme de l'électronique, bon nombre de chercheurs étudient les technologies de fabrication (la lithographie, la gravure, l'auto-assemblage, etc.), afin de mettre au point de nouveaux dispositifs.

La nanobioscience

La nanobioscience utilise des matériaux et des dispositifs répondant aux spécificités biologiques, chimiques, physiques de l'être vivant. Les applications thérapeutiques qui découlent de l'utilisation de matériaux impliquent des questions de biocompatibilité, sur lesquelles se penchent nombre de chercheurs québécois. ■

Des applications étonnantes

Domaines

> Applications potentielles

Matériaux massifs et composites

- > Blocs moteurs allégés
- > Pare-chocs d'automobiles plus résistants
- > Articles de sports plus légers et résistants
- > Prothèses en céramique ayant une plus longue durée de vie

Revêtements et couches minces

- > Têtes de lecture de disques durs
- > Revêtements pour outils de coupe
- > Revêtements (peintures) anti-tâches et anti-égratignures
- > Électrodes pour piles à combustible
- > Couchages pour l'imprimabilité du papier
- > Barrières thermiques pour moteurs et turbines

Poudres et particules libres ou en suspension

- > Crèmes solaires et cosmétiques
- > Catalyseurs (convertisseurs catalytiques)
- > Nanocristaux fluorescents pour contrer la contrefaçon de billets

Puces électroniques

- > Transistors de nanotube en carbone
- > Électronique moléculaire
- > Ordinateurs quantiques
- > Contrôle amélioré de l'environnement (qualité de l'air, produits alimentaires, etc.)
- > Contrôle amélioré des productions industrielles (bris de matériaux, biosurveillance, etc.)

Nanobioscience

- > Hausse de l'efficacité des traitements médicaux
- > Détection précoce de maladies et infections
- > Fabrication de prothèses améliorées

SOURCE ET TABLEAU : LES AFFAIRES



Communauté métropolitaine
de Montréal

La Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) est un organisme de planification, de coordination et de financement qui regroupe 63 municipalités, dont Montréal, Longueuil et Laval. Elle exerce des compétences en aménagement du territoire, en développement économique, en logement social, en matière d'équipements, d'infrastructures et d'activités à caractère métropolitain, en développement artistique ou culturel, en transport métropolitain (transport en commun et réseau artériel) et en environnement.

CAP SUR LE MONDE :

POUR UNE RÉGION MÉTROPOLITAINE DE MONTRÉAL *COMPÉTITIVE*

À l'intérieur de son mandat de développement économique, la CMM souhaite soutenir le développement des grappes industrielles présentes sur son territoire.

Les nanotechnologies constituent une technologie émergente avec un potentiel élevé de croissance à long terme. Ce potentiel repose en bonne partie sur des efforts soutenus en recherche et développement.

La Communauté métropolitaine de Montréal considère que ce secteur d'activité économique représente une grappe industrielle d'avenir pour la région métropolitaine et soutient l'effort de mobilisation des acteurs de la grappe des nanotechnologies.

www.cmm.qc.ca

bobo



L'ENFANCE, PAS LA VIOLENCE. MARIE PERLE

Une somme de 90 M\$ pour développer les nanotechnologies

L'effort des gouvernements fédéral et provinciaux au Canada s'intensifie, malgré l'absence de véritable stratégie nationale

Nicolas Demers
dossiers@transcontinental.ca

En 2002, les gouvernements fédéral et provinciaux ont dépensé environ 90 M\$ pour le développement des nanotechnologies, ce qui représente 2 % de la valeur totale des investissements publics dans le monde.

Depuis, le Canada a intensifié ses efforts : mise en place d'infrastructures, subvention de projets de recherche et création de chaires de recherche spécialisée.

En collaboration avec le gouvernement et l'Université de l'Alberta, le gouvernement canadien a contribué à la création de l'Institut national des nanotechnologies (INN), qui fait partie du réseau du Conseil national de recherches du Canada (CNRC). Situé à Edmonton, cet institut, qui sera inauguré en 2005, a nécessité un investissement de 120 M\$.

Le Dr Nils Peterson, un biochimiste canadien renommé et jusqu'ici vice-président, recherche, de l'Université de

Western Ontario, vient d'en être nommé président.

Un mandat pour NanoPic
Toutefois, le Canada n'a pas de encore de véritable stratégie nationale. Le mandat d'en éla-

« La question est de savoir quels domaines encourager et quelle somme d'argent leur allouer. »

— Peter Grütter,
directeur scientifique
de NanoPic

borer une a été confié à NanoPic, la plateforme d'innovation en nanosciences et nanotechnologies du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Il revient au physicien québécois Peter Grütter, de l'Université McGill, d'en assumer la direction scientifique.

Le défi de M. Grütter : faire converger les intérêts de chercheurs et d'entreprises issues de différents secteurs d'activité du Canada vers un objectif commun, avec des ressources financières limitées. M. Grütter mentionne à ce sujet : « La question est de savoir quels domaines encourager et quelle somme d'argent leur allouer. Il faut des priorités, ce qui veut dire que certains domaines seront soutenus financièrement plus que d'autres. Et c'est là que les discussions surgiront. Il y aura certainement des gagnants et des perdants. »

M. Grütter estime que beaucoup de travail doit être fait du côté de l'éthique et de la législation pour encadrer le domaine des nanotechnologies, particulièrement celles appliquées aux sciences de la vie. Il ne servira à rien d'adopter une stratégie nationale si le gouvernement fédéral ne joue pas pleinement son rôle de leader pour que le Canada soit compétitif.

À l'heure actuelle, la plate-



UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

forme d'innovation vise trois objectifs :

> la rédaction d'un document sur l'avenir des nanotechnologies au Canada, de concert avec l'ensemble des intéressés (INN, NanoQuébec, CNRC, les universités, les organismes subventionnaires [Fondation canadienne pour l'innovation, Insti-

tut de recherche en santé du Canada, Conseil de recherche en sciences humaines du Canada, CRSNG, etc.), les provinces, les villes, les entreprises et les sociétés de capital de risque); > le parrainage de subventions de travaux de recherche en nanoscience et en nanotechnologie qui, en raison de leur

Depuis 2002, le Canada a intensifié ses efforts dans le secteur des nanotechnologies : mise en place d'infrastructures, subvention de projets de recherche et création de chaires de recherche spécialisée.

excellence, de leur risque élevé et des gains importants possibles, permettront au Canada de se positionner sur la scène internationale dans ce secteur; > la création de regroupements régionaux réseautés de chercheurs en nanoscience et en nanotechnologie, notamment les étudiants du premier cycle et les étudiants diplômés.

Enfin, un rapport a été déposé sur les fonds actuellement alloués et sur les projets d'infrastructure des dernières années liés aux nanotechnologies. Il présente notamment des recommandations pour les initiatives futures (pour obtenir une copie du rapport, l'adresse Internet est la suivante : www.physics.mcgill.ca/NSERC/nanoIP/f/). ■

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Voir grand en misant sur l'infiniment petit

Le Fonds québécois de recherche sur la nature et les technologies est fier d'être associé au développement des nanotechnologies et au renforcement de la capacité de recherche et d'innovation dans des créneaux stratégiques pour le Québec. Plus d'une centaine de chercheurs des centres et réseaux de recherche soutenus par le Fonds sont à pied d'œuvre dans des champs prometteurs de la nanotechnologie :

- la nano-électronique
- la nanobiotechnologie
- les nanomatériaux
- l'auto-assemblage
- la nanophotonique

Parmi les nombreux centres et réseaux rattachés au Fonds et qui touchent au domaine des nanotechnologies, cinq y contribuent très fortement :

Le Regroupement québécois sur les matériaux de pointe

Les nanotechnologies reposent sur la maîtrise de la conception, de la synthèse et de l'intégration de matériaux taillés sur mesure à l'échelle de l'atome.
www.rqmp.ca

Le Centre de recherche sur les structures chimiques auto-assemblées

Le concept d'auto-assemblage, étroitement relié aux nanotechnologies, joue un rôle capital dans les secteurs des sciences de la vie et des nouveaux matériaux.

www.csacs.mcgill.ca

Le Centre de biorecognition et de biocapteurs

La fabrication d'outils diagnostiques fiables à base de systèmes de biorecognition nanostructurés pour le monitoring en temps réel des processus biologiques contribue à d'importantes avancées dans l'industrie médicale, environnementale et agricole.

www.bmed.mcgill.ca/CIBB-ICBB/

Le Regroupement stratégique en science et technologie des plasmas - Plasma-Québec

Les plasmas occupent une place centrale dans la mise en œuvre de projets innovants comme c'est le cas dans les nanotechnologies et dans les secteurs industriels d'avant-garde.

www.plasmaquebec.ca

Calcul haute performance - Québec

La réalisation de projets de recherche de classe internationale dans les différents secteurs des nanotechnologies serait impensable sans les énormes possibilités offertes par le calcul de haute performance.

www.chpq.qc.ca

La mission du Fonds Nature et Technologies est de promouvoir

et de développer la recherche, d'assurer sa diffusion et d'encourager la formation par la recherche dans les domaines reliés principalement aux sciences naturelles et au génie. Pour en savoir plus, visitez notre site au www.fqrnt.gouv.qc.ca

Fonds de recherche
sur la nature
et les technologies

Québec

L'homme derrière les microscopes parmi les plus puissants du monde

Nicolas Demers

dossiers @transcontinental.ca

Dans les laboratoires de physique de l'Université McGill se trouve un appareil aux allures de machine à remonter le temps. Il s'agit d'une technologie intégrant trois microscopes – un microscope à effet tunnel, un microscope à force atomique et un microscope à champ ionique – recouverts d'un système d'ultra-vide suspendu au plafond par des câbles en caoutchouc afin d'éviter que des poussières, bruits ou gaz altèrent les manipulations à l'échelle du nanomètre.

Cette technologie a été conçue par l'équipe du physicien Peter Grütter, un homme dont la simplicité n'a d'égale que son parcours, au demeurant remarquable : « Mes sujets de recherche portent sur les applications interdisciplinaires de microscopes capables d'aller à l'échelle du nanomètre, une dimension où les frontières entre la physique, la chimie, l'ingénierie et les sciences de la vie sont de plus en plus ténues. La physique, avec son bagage de techniques, détient aujourd'hui une excellente base pour contribuer de façon importante à l'avancement des nanotechnologies. »

Repousser les limites de l'instrumentation

Peter Grütter a obtenu son doctorat à l'âge de 26 ans de l'Université de Bâle, en Suisse. Il a travaillé chez IBM en Californie pour ensuite devenir professeur à l'Université McGill, où il enseigne et dirige des dizaines d'étudiants en mettant l'accent sur le travail en équipe.

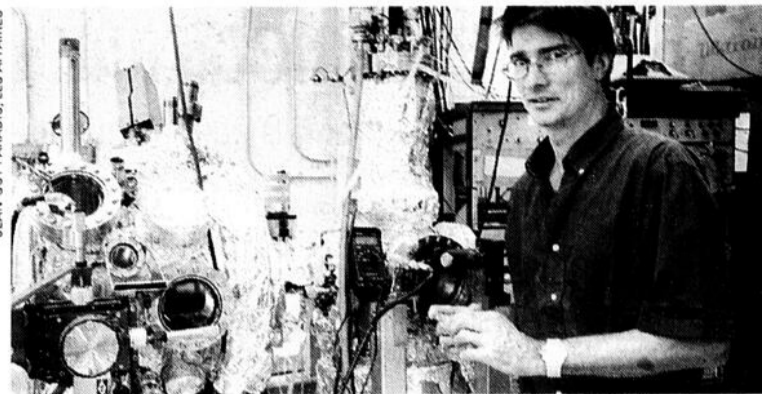
« Avec mon groupe, j'essaie de repousser les limites de l'instrumentation, dit-il. Je veux mettre au point des instruments pouvant aller aux limites absolues de la nature. Par exemple, nous travaillons actuellement sur un instrument qui nous permettrait de détecter les déplacements de protons. Il nous permettra de faire des expériences dans le secteur de la physique quantique et d'étudier la structure de molécules organiques complexes. »

Cette sensibilité au travail d'équipe et à la concertation, jumelée à son expertise dans le domaine de l'instrumentation et de la physique, ont contribué à faire de M. Grütter le directeur scientifique de NanoPic, la plateforme d'innovation en nanosciences et nanotechnologies du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du

Canada (CRSNG), chargée d'établir la stratégie nationale du Canada pour les nanotechnologies. ■

Peter Grütter, physicien de l'Université McGill : « Mes recherches portent sur des microscopes capables d'aller à l'échelle du nanomètre. »

JEAN-GUY PARADIS, LES AFFAIRES



Nous ne prédisons pas le futur, nous le bâtissons!

Engagés dans des projets novateurs, des chercheurs de la Faculté des sciences et de génie (FSG) et de la Faculté de médecine (FMED) de l'Université Laval tentent de mettre au jour les secrets de l'infiniment petit. Leurs découvertes ouvrent la voie à des technologies dont les retombées profiteront à tous les domaines de l'activité économique.

Nouveaux matériaux

Les techniques de haute résolution atomique, capables de créer des contacts sur les surfaces de nanoparticules, accéléreront le développement de nouveaux nanomatériaux. (Peter Hugh McBreen)

Soins de santé

Le développement de nanostructures d'inspiration biologique permettra de créer des applications thérapeutiques et diagnostiques. (Normand Voyer)

La création de nanosondes moléculaires rendra possible une détection rapide et spécifique des infections. (Michel Bergeron)

Les nanotechnologies applicables en neurophotonique amélioreront le traitement des maladies neuropsychiatriques qui touchent de 10 % à 12 % de la population. (Michel Maziade)

Énergie et matériaux d'emballage

Le développement de nanocomposites polymères à hautes propriétés mécaniques aura des répercussions dans plusieurs domaines, dont ceux de l'automobile, des piles à combustible, des emballages alimentaires et du stockage d'énergie. (Mosto Bousmina)

Environnement

La mise au point de nouveaux catalyseurs répondra aux besoins actuels de l'industrie automobile. (Serge Kalliaguine)

Le développement de nanomatériaux catalytiques, de microréacteurs et de nouvelles technologies permettra de corriger certains problèmes causés par les changements climatiques. (Faïçal Larachi)

Optique, photonique et physique

Le développement de nouveaux matériaux organiques possédant des propriétés optiques et électriques rendra possible la mise au point d'autres types de diodes électroluminescentes. (Mario Leclerc)

La découverte de nanoparticules d'argent capables de s'étaler à la surface de liquides permet déjà d'obtenir des miroirs. Dans un avenir rapproché, ceux-ci pourront être manipulés à l'aide de champs magnétiques. (Anna-Marie Ritcey, Ermanno Borra)

La mise au point de méthodes pour incorporer des nanoparticules luminescentes ou métalliques dans différents matériaux rendra possible la fabrication de nouveaux types d'écrans plats, d'afficheurs à cristaux liquides et de composantes de télécommunications optiques. (Réal Vallée, Tigran Galstian)



Photo : miroir liquide

Michel Bergeron,

Centre de recherche en infectiologie - CHUO (FMED)

Ermanno Borra,

Observatoire du Mont Mégantic (FSG)

Mosto Bousmina,

titulaire de la Chaire de recherche du Canada en physique des polymères et nanomatériaux (FSG)

Tigran Galstian,

Centre d'optique, photonique et laser (FSG)

Serge Kalliaguine,

titulaire d'une Chaire industrielle du CRSNG sur les nanomatériaux industriels : adsorbants, catalyseurs et membranes (FSG)

Faïçal Larachi,

Centre de recherche sur les propriétés des interfaces et la catalyse (FSG)

Mario Leclerc,

titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les polymères électroactifs et photoactifs (FSG)

Michel Maziade,

Centre de recherche Université Laval Robert-Giffard (FMED)

Peter Hugh McBreen,

Centre de recherche sur les propriétés des interfaces et la catalyse (FSG)

Anna-Marie Ritcey,

Centre de recherche en sciences et ingénierie des macromolécules (FSG)

Réal Vallée,

Centre d'optique, photonique et laser (FSG)

Normand Voyer,

Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (FSG)

www.ulaval.ca



L'avenir de l'électronique se dessine peu à peu

Les travaux de Patrick Desjardins pourraient entre autres améliorer la capacité des ordinateurs

Nicolas Demers

dossiers@transcontinental.ca

Associer Patrick Desjardins uniquement aux nanotechnologies ne saurait rendre justice au physicien. Lui-même trouve que l'étiquette ne lui convient pas parfaitement. Son nom est pourtant sur les lèvres de plusieurs scientifiques québécois lorsqu'on parle du sujet. Et pour cause...

M. Desjardins est professeur à la Faculté de génie physique de l'École Polytechnique depuis 1999.

Il a contribué à la création de NanoQuébec, l'organisme de concertation chargé de coordonner la stratégie de développement des nanotechnologies dans la province. Spécialiste de la physique des couches minces et de la nanoscience, il est également titulaire de la Chaire de recherche du Canada visant l'élaboration de nouveaux matériaux pour les industries de la microélectronique et de l'optoélectronique, deux industries qui englobent celles des télécom-

munications à fibre optique et du stockage et du traitement des données.

Un marché gigantesque

L'industrie de la microélectronique sur silicium représente à elle seule un marché mondial de près de 200 milliards de dol-

La puce électronique

permettra d'étudier

plus précisément

les propriétés des

molécules qui

pourraient remplacer

les transistors

composés de silicium.

lars (G\$). Or, l'un des objectifs de la Chaire est de mettre au point de nouveaux matériaux et assemblages de matériaux pour répondre aux besoins de ces industries.

« Nos recherches visent qua-

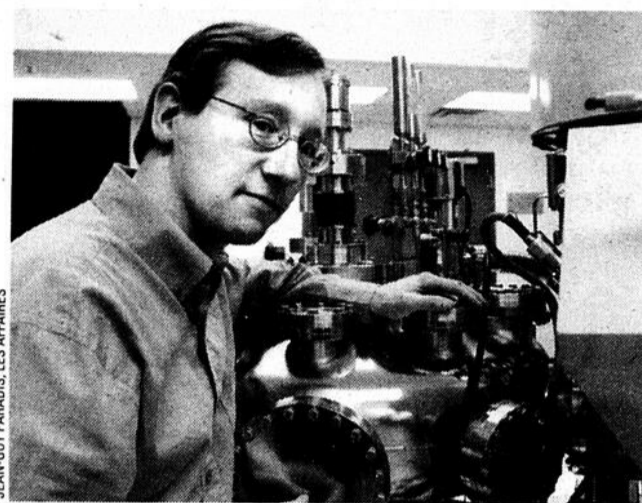
tre aspects des matériaux à l'échelle nanométrique : les mécanismes fondamentaux de la croissance de couches minces, y compris la synthèse de l'assemblage de nanostructures; la physique quantique liée aux nanostructures; les transformations de phases de systèmes de matériaux à l'échelle nanométrique; et l'électronique composée de nanostructures et de conducteurs moléculaires. »

M. Desjardins ajoute : « En collaboration avec nos collègues de génie électrique, nous venons de terminer la phase de développement d'une puce électronique spécialement conçue pour étudier les nouvelles molécules proposées pour la nanoélectronique. »

« Notre outil, une première dans le genre, est d'un grand intérêt pour la communauté scientifique travaillant dans le domaine de l'électronique moléculaire. »

Une puce électronique

Cette puce permettra d'étudier plus précisément les pro-



Patrick Desjardins : « Nous n'avons pas d'autre choix que de partager nos ressources. »

priétés des molécules qui pourraient remplacer les transistors composés de silicium.

Si les appareils servant à l'étude de ces molécules peuvent être complexes et exiger le développement de nouvelles technologies, l'objectif ultime est simple : en remplaçant les centaines de millions de transistors d'une puce par des milliards de molécules, la

capacité des ordinateurs pourrait être considérablement améliorée tout en diminuant les coûts de fabrication.

Certains spécialistes vont même jusqu'à dire qu'il n'est plus utopique de penser que les molécules pourraient s'auto-assembler et que les prochaines innovations dans le domaine de l'électronique pourraient exiger une partici-

pation accrue des chimistes.

Aussi, M. Desjardins est convaincu que le facteur clé du succès des nanotechnologies au Québec passe par la concertation, l'intégration des disciplines scientifiques et le partage des connaissances et d'équipement.

« Notre recherche en nanotechnologie est, par définition, multidisciplinaire, dit-il. On ne peut pas travailler en vase clos. C'est pourquoi tous nos projets de recherche sont menés en collaboration avec d'autres chercheurs des milieux universitaire et industriel. Il ne faut pas non plus perdre de vue que les nanotechnologies coûtent cher. Nous n'avons donc pas d'autre choix que de partager nos ressources. »

M. Desjardins fait également partie d'une équipe visant à intégrer les projets de recherche de disciplines liées aux nanotechnologies, aux côtés de plusieurs chercheurs des universités de Montréal, McGill, Laval et de l'INRS Énergie, matériaux et communications. ■

NanoQuébec

AU CŒUR DU DÉVELOPPEMENT DES NANOTECHNOLOGIES

La maîtrise de l'infiniment petit ouvre des horizons sans précédent à l'innovation.

Les nanotechnologies transformeront un très grand nombre de secteurs industriels. Des produits plus performants, résistants, légers, petits, fiables, mieux adaptés et moins chers, des ordinateurs plus puissants, des systèmes de télécommunication plus rapides, des traitements médicaux plus efficaces, un environnement plus propre, et bien plus encore... Le nanomonde est à nos portes.

NanoQuébec, un organisme de concertation et de valorisation des nanotechnologies, orchestre les efforts du Québec en nanotechnologie et œuvre à renforcer la capacité d'innovation de l'industrie québécoise.

Grâce à ses acquis indéniables et de calibre mondial, le Québec a en main les compétences et les outils lui permettant de jouer un rôle de premier plan dans cette nouvelle révolution industrielle à l'échelle du nanomètre :

- Une force de recherche de haut niveau
- Des infrastructures de recherche à la fine pointe de la technologie
- Un large réseau de concertation universitaire
- Un nombre croissant d'entreprises émergentes
- Des alliances avec les hauts lieux de la nanotechnologie dans le monde

Pour NanoQuébec, une priorité s'impose :

- Renforcer le partenariat entre les industries, les universités, les collèges, le milieu des affaires et les gouvernements...
- ...en appuyant ce partenariat d'un plan d'action en matière de recherche, de développement et de valorisation des nanotechnologies afin d'amener le Québec au rang des chefs de file en ce domaine.

*Les nanotechnologies,
un défi de taille à relever ensemble.*

Nos partenaires financiers :



• Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche
• Ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir



Développement économique Canada

Canada Economic Development



Conférence régionale des élus de Montréal

www.NanoQuebec.ca
Téléphone : (514) 284-0211

Des économies possibles en matière de santé

L'arrivée des nanotechnologies annonce des bouleversements dans le secteur médical

Nicolas Demers

dossiers@transcontinental.ca

Croissance vertigineuse des coûts des médicaments et de notre système de santé, vieillissement de la population, listes d'attente...

S'il existe un secteur où les nanotechnologies peuvent être cruciales, c'est bien celui de la santé. Les récents progrès dans les domaines de la chimie des polymères, de la biophysique et des tests de diagnostic suscitent en effet beaucoup d'intérêt, en partie grâce aux nanotechnologies. Mais ces dernières coûtent cher, nécessitant parfois des infrastructures de plusieurs millions de dollars, sans compter les coûts d'utilisation.

Pour **Alain Caillé**, vice-recteur à la recherche de l'Université de Montréal, établir une relation directe entre les nanotechnologies et une diminution éventuelle des coûts du système de santé ne va pas de soi. Il n'empêche que M. Caillé est convaincu que les investissements en nanotechnologies sont essentiels, tant du point de vue de la recherche scientifique que de celui de l'efficacité du système de santé.

« Si notre système de santé utilisait les mêmes technologies qu'il y a 10 ans, ses coûts seraient insupportables, dit-il. Il faut donc voir les nanotechnologies comme faisant partie d'un ensemble de moyens permettant l'amélioration du système de santé et de la qualité des soins prodigués aux patients. »

Pour justifier les investissements dans les nanotechnologies, M. Caillé donne l'exemple des travaux de plusieurs chercheurs, notamment ceux liés au remplacement des cartilages de la hanche et aux vec-

teurs de médicaments qui permettent d'éviter d'effectuer une chirurgie sur un malade.

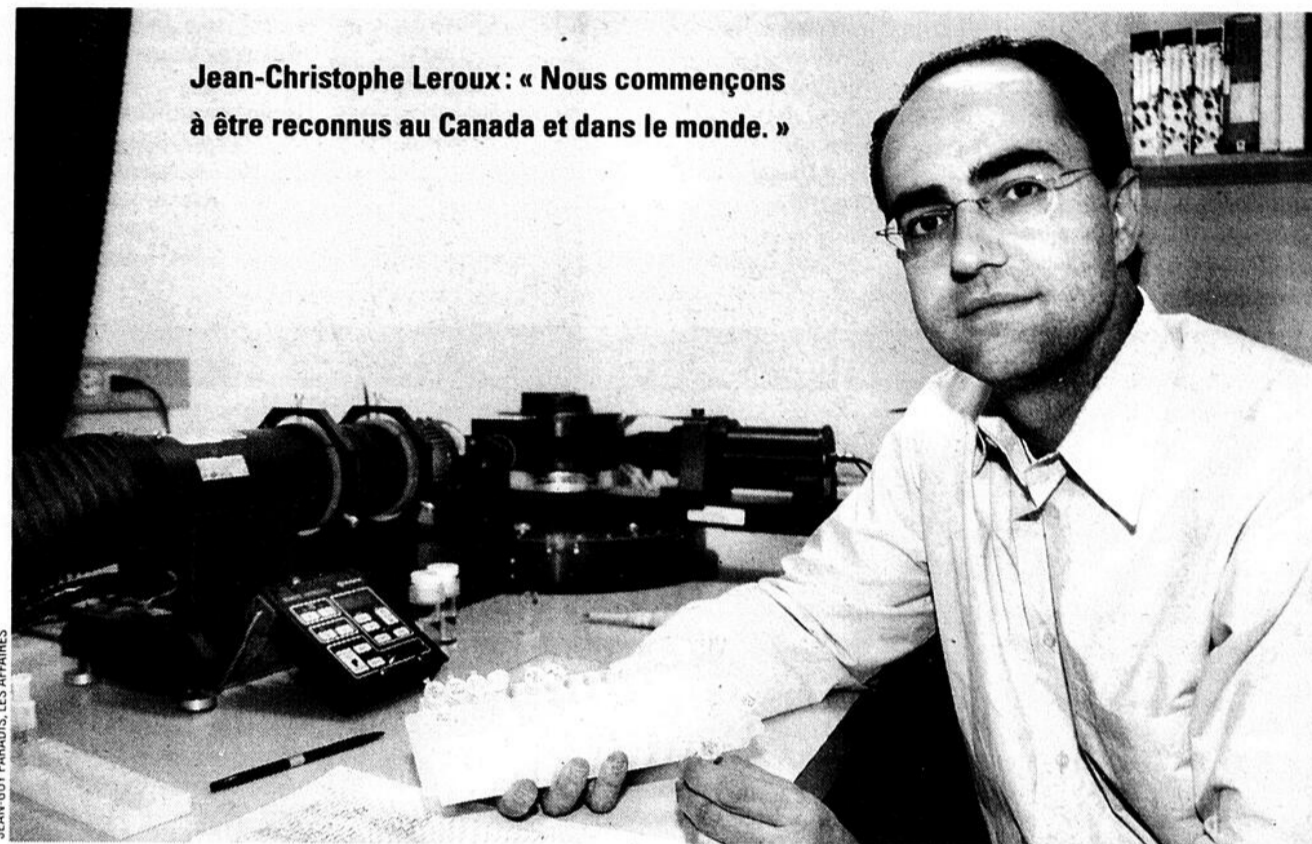
Obnubilés par les nanos

Ainsi, **Jean-Christophe Leroux**, professeur agrégé à la Faculté de pharmacie de l'Université de Montréal et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en libération contrôlée des médicaments, établit un lien direct entre les nanotechnologies et les progrès de son équipe de recherche. « Elles permettent de faire des choses extraordinaires, dit le lauréat du prix 2004 du *Meilleur jeune chercheur* de la *Controlled Release Society*. Si nous commençons à être reconnus au Canada et dans le monde, c'est grâce aux travaux que nous permet d'accomplir notre équipement ainsi qu'à l'expertise de nos chercheurs et étudiants. »

En guise d'exemple, il montre des micelles polymères qui s'auto-assemblent pour former une structure sphérique allant de 10 à 100 nanomètres. Cette « petite boule » est composée d'un noyau recouvert d'une enveloppe hydrophile de polymères flexibles qui la rend plus difficilement détectable par le système immunitaire.

Ces vecteurs nanoparticulaires commencent à être utilisés pour le ciblage et la libération contrôlée de médicaments ainsi que pour la vaccination, précise le professeur Leroux.

« La vectorisation a pour objectif de moduler la distribution d'un médicament, de façon à accroître sa présence à son site d'action dans le corps humain ou animal, tout en réduisant ses impacts sur les tissus sains, explique-t-il. Nous essayons actuellement de mieux comprendre les phénomènes liés au transport intracellulaire et d'identifier



Jean-Christophe Leroux : « Nous commençons à être reconnus au Canada et dans le monde. »

des cibles thérapeutiques. »

Amélioration des traitements de chimiothérapie, mise au point de vaccins plus efficaces, traitements moins contraignants... Aux dires de plusieurs spécialistes, les applications découlant de l'utilisation des nanotechnologies font aujourd'hui partie des plus prometteuses pour l'avenir de notre société.

Encore plus vite

Les maladies infectieuses sont la principale cause de mortalité parmi les enfants et les jeunes adultes dans le monde entier, selon l'**Organisation mondiale de la santé**. Elles sont également une cause de maux pour notre système de santé. Les choses pourraient changer, à tout le moins en partie...

Une avancée scientifique est

sur le point de voir le jour au Québec, grâce aux travaux de l'équipe du chercheur **Mario Leclerc**, titulaire d'une chaire de recherche du Canada au Département de chimie de l'Université Laval et membre du **Centre de recherche en science et ingénierie des macromolécules**. « En utilisant une signature génétique, nous voulons ramener les délais des tests diagnostics à moins d'une heure », dit-il.

En effet, plus vite on détecte une infection, plus vite on peut administrer la bonne médication pour arrêter et éradiquer la multiplication des bactéries dans le sang. Aujourd'hui, il faut de deux à trois jours pour savoir si l'on est infecté par un microbe, avec des tests microbiologiques effectués en milieu hospitalier. Ils consistent à analyser la nature des microbes retrouvés dans un échantillon de sang.

« Avant même d'avoir les résultats des tests microbiolo-

giques, les médecins préfèrent souvent ne pas prendre de risque et prescrivent des antibiotiques aux patients, dit M. Leclerc. Le problème est qu'il se prescrit deux ou trois fois plus d'antibiotiques qu'il n'y a d'infections déclarées. »

Les travaux de M. Leclerc visent spécifiquement de nouveaux polymères qui permettent la détection ultrasensible de l'ADN par fluorescence, l'objectif étant de mieux repérer les microbes.

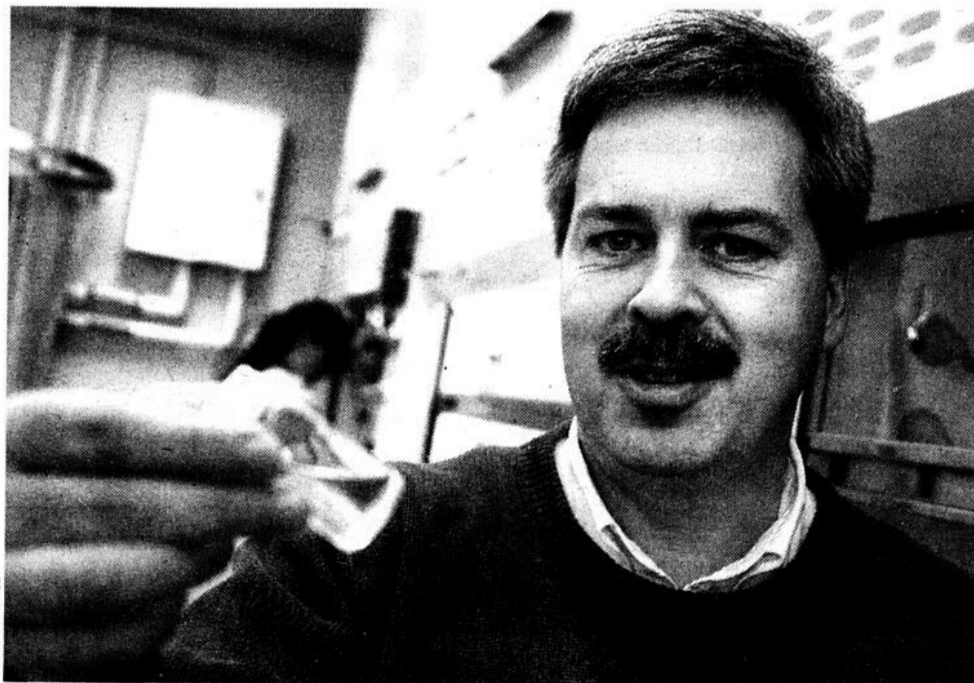
Ces travaux s'inscrivent dans le cadre d'un projet de 20 M\$, financé principalement par **Génome Canada et Génome Québec** et dirigé par **Michel G. Bergeron**, du Centre de recherche des maladies infectieuses de l'Université Laval. Ce projet bénéficie de l'aide de chercheurs de l'Université de Californie d'Irvine et de trois instituts du **Conseil national de recherches du Canada**.

Denis Boudreau, professeur agrégé au Département de

chimie de l'Université Laval et membre du Centre d'optique, photonique et laser de l'Université Laval, fait également partie de l'équipe de chercheurs. De plus, **Infectio Diagnostic**, une entreprise de Québec, apporte sa contribution au projet.

Durant les prochaines années, l'équipe de M. Bergeron entend mettre au point des instruments équipés de nanotechnologies intégrées dans des disques compacts dotés de microcanaux, où les échantillons pourront se déplacer par force centrifuge.

Ces disques serviront à extraire le matériel génétique, à amplifier des séquences de gènes et à identifier les acides nucléiques sur des puces à ADN. Ils permettront notamment de détecter les virus des voies respiratoires et les microbes qui infectent le sang. Ces instruments devraient être mis sur le marché dans quatre ou cinq ans. ■



« En utilisant une signature génétique, nous voulons ramener les délais des tests diagnostics à moins d'une heure », dit Mario Leclerc.

La biopuce d'IatroQuest a un bel avenir

IatroQuest Corporation, entreprise établie à l'Île-aux-Soeurs, prévoit commercialiser d'ici deux ans une biopuce appelée *Bio-Alloy*. Celle-ci pourra être utilisée par plusieurs industries afin de combler des besoins aussi diversifiés que ceux reliés aux sciences de la vie, à l'environnement et la défense biochimique. Déjà, des clients potentiels s'intéressent de près à cette plateforme, dont la **Central Intelligence Agency (CIA)** dans l'optique d'améliorer la sécurité des États-Unis, particulièrement en ce qui a trait au bioterrorisme.

Choléra et ricine

Pour concevoir sa biopuce, IatroQuest a combiné des connaissances et de l'expertise de différentes

disciplines, explique son président et chef des affaires corporatives, **Jean Bourbonnais**. « Nous nous définissons comme une entreprise de convergence, où les domaines scientifiques comme la biotechnologie et la photonique côtoient la nanotechnologie », dit-il.

Bio-Alloy est composée de semi-conducteurs nanostructurés et modifiés chimiquement pour se lier à une grande diversité de molécules, comme des anticorps, des enzymes, des nucléotides et des produits chimiques. Ainsi, la biopuce peut détecter toutes sortes d'agents biologiques et de molécules chimiques comme le choléra et la ricine, souligne le président. Elle offre également l'avantage de détecter ces produits plus vite que nombre de détecteurs actuels, ajoute-t-il. ■ N.D.

Le financement est insuffisant

Il faut équilibrer recherche fondamentale et développement

Nicolas Demers
dossiers@transcontinental.ca

Pour que le Québec puisse tirer son épingle du jeu dans le secteur des nanotechnologies, les principaux acteurs interviewés pour ces articles ont insisté sur l'importance de la concerta-

tion dans le domaine. Mais les orientations stratégiques en matière de capital de risque et de financement doivent être soigneusement étudiées.

Grâce à NanoQuébec, un organisme qui regroupe plusieurs intervenants du milieu, le Québec est considéré comme le

chef de file canadien. Mais, en dépit de ses initiatives pour assurer une concertation et soutenir différents projets de recherche fondamentale, plusieurs spécialistes croient que le financement et le capital de risque sont insuffisants pour assurer le développement des

entreprises québécoises, actuelles ou futures.

La commercialisation

C'est le cas de **Claude Brisson**, président de **Quantiscript**, spécialisée dans les procédés de fabrication des puces électroniques. « Notre principal défi



est le financement de la commercialisation, dit-il. Le capital de risque, particulièrement lorsqu'il s'agit de nanotechnologies, est pratiquement inexistant au Québec. C'est bien beau, la recherche fondamentale, mais il faut une industrie du capital de risque saine. »

M. Brisson ajoute que ses principaux concurrents sont des entreprises provenant d'autres pays – elles aussi en démarrage – qui ont accès à d'importants capitaux de risque.

Même son de cloche à l'Institut des matériaux industriels du **Conseil national de recherches du Canada**, comme l'indique **Michel Dumoulin**, directeur, matériaux et procédés. « Le gouvernement fournit de l'argent pour la recherche fondamentale, mais il en faut encore plus dans le développement, dit-il. Actuellement, les entreprises qui veulent mettre des produits sur le marché meurent, faute de capital de risque suffisant. »

Teodor Veres, chef, groupe nanomatériaux fonctionnels, de l'Institut, abonde dans le même sens : « Au Québec, 90 % des investissements vont à la recherche fondamentale. On a un problème. »

Des exemples à suivre

MM. Dumoulin et Veres croient que le Québec devrait s'inspirer des politiques de développement menées en Europe, en Asie et aux États-Unis, où une bonne partie des budgets vont aux projets industriels.

« Au Japon et aux États-Unis, ils définissent des besoins de pointe, et les gouvernements accordent des contrats plutôt que des subventions », dit

Pour soutenir différents projets de recherche fondamentale, plusieurs spécialistes croient que le financement et le capital de risque sont insuffisants pour assurer le développement des entreprises québécoises.

M. Dumoulin. Les deux spécialistes soulignent que la culture d'essai – des scientifiques qui créent des entreprises – est peu développée ici. Tout comme le transfert des technologies aux entreprises, au demeurant, peu tournées vers les nanotechnologies.

Grâce à NanoQuébec, un organisme qui regroupe plusieurs intervenants du milieu, le Québec est considéré comme le chef de file canadien.

Robert Sing, directeur, développement des programmes scientifiques, de NanoQuébec, concède que le capital de risque est insuffisant. Mais il rappelle que le mandat initial de NanoQuébec est axé sur la concertation dans le milieu universitaire.

« Les projets que nous avons subventionnés sont ceux de chercheurs, conformément à notre mandat initial et à nos sources de financement, dit-il.

« Cela étant, les activités des entreprises nous intéressent également. Nous venons d'ailleurs d'annoncer un programme d'appui au développement des applications en nanotechnologies. »

Ainsi, NanoQuébec a lancé, le 4 août, un appel de propositions, dans le cadre d'un nouveau programme d'appui au développement des applications industrielles et commerciales issues des nanotechnologies. Ce programme entend notamment promouvoir le transfert vers des entreprises québécoises. De plus, NanoQuébec prépare, de concert avec différents acteurs du milieu (universités, industries, régions, etc.), un plan d'action québécois de développement qui devrait être soumis aux gouvernements plus tard cet automne. ■

N A N O T E C H N O L O G I E





McGill

Du génie aux neurosciences en passant par la physique: la nanotechnologie à McGill fait parler d'elle

ANDREW KIRK, Génie électrique et informatique
PETER GRÜTTER, Physique

Centre "Tools for Nanoscience"
www.physics.mcgill.ca/nano/

Institut de recherche sur les nouveaux matériaux de McGill
www.miam.mcgill.ca

Regroupement québécois sur les matériaux de pointe
www.rqmp.ca

Centre des recherches sur les matériaux auto-assemblés
www.csacs.mcgill.ca

Groupe de recherche en photonique
www.photonics.ece.mcgill.ca/index-fr.html

Recherche en neuroscience
www.mni.mcgill.ca/mniunitsf.html



JORGE VINALS, Institut de recherche sur les nouveaux matériaux
LINDA REVEN, Centre des recherches sur les matériaux auto-assemblés
NEAL LEMAIRE, Centre « Tools for Nanoscience »

Pour l'heure juste en propriété intellectuelle

La **NANOTECHNOLOGIE** couvre un large spectre d'applications, allant de l'ingénierie aux sciences de la vie, en passant par la chimie et la physique.

Des institutions et des sociétés à travers le monde investissent massivement dans la recherche en nanotechnologie. Depuis 1996, le nombre de brevets accordés pour les inventions en nanotechnologie a augmenté de façon significative. Par exemple, l'an dernier seulement, plus de 8000 brevets reliés aux nanotechnologies ont été délivrés aux États-Unis.

Nos clients soucieux de protéger leur propriété intellectuelle dans ce domaine peuvent compter sur notre équipe de professionnels hautement qualifiée.

 **Goudreau Gage Dubuc**
PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Tour de la Bourse, 800, Place Victoria, 36^e étage, Montréal (Québec) H4Z 1E9
Téléphone : 514.397.7602 • Télécopieur : 514.397.4382 • Courriel : info@ggd.com • www.ggd.com
MEMBRES DE L'INSTITUT DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DU CANADA • CABINET AFFILIÉ À FASKEN MARTINEAU



Un petit pas pour vous...
Un grand pas pour la recherche

DONNEZ
514_876_4170

 **FONDATION CANADIENNE DU FOIE**
www.liver.ca

L'industrie est encore embryonnaire au Québec

Les grandes entreprises tardent à s'y aventurer alors que plusieurs PME innovent dans le domaine

Nicolas Demers

dossiers@transcontinental.ca

Au Québec, on dénombre une trentaine de PME dont les activités sont liées de près ou de loin aux nanotechnologies. Ces entreprises sont pour la plupart en démarrage et leur modèle d'entreprise repose généralement sur une seule application industrielle. Toutefois, l'avenir semble prometteur pour plusieurs d'entre elles.

De nouveaux matériaux pour les catalyseurs

L'industrie de l'automobile doit respecter des normes environnementales de plus en plus strictes doublées d'une envolée du prix des métaux précieux. C'est dans ce contexte que Nanox, de Québec, entend mettre en marché d'ici deux ans une nouvelle génération de matériaux pour les catalyseurs automobiles. Ce marché est énorme : 96 % des véhicules motorisés sont munis d'un catalyseur, ce qui représente un marché de près de 10 milliards de dollars américains (G\$ US).

Élaborés avec des matériaux pérovskites nanostructurés, les catalyseurs de Nanox permettent un meilleur contrôle des émissions de monoxyde de carbone, avec une teneur en métaux précieux nettement diminuées. Actuellement, l'industrie de l'automobile utilise notamment des métaux précieux tels que le platine et le palladium dans les catalyseurs automobiles, des métaux qui coûtent cher, rappelle André van Neste, vice-président, technologies, de Nanox. « Il faut comprendre que la disponibilité des métaux précieux est imprévisible, car ils proviennent surtout de l'Afrique du Sud et de la Russie », dit-il. Or, les coûts des pérovskites nanocristallines de Nanox pourraient être de 10 % à 50 % moins élevés que ceux des métaux précieux utilisés aujourd'hui.

Gary McDaniel, président et chef de la direction de Nanox, insiste sur le fait que les nanotechnologies ont été essentielles au développement de cette nouvelle technologie qui transformera l'industrie

des catalyseurs automobiles. « S'il n'y avait pas de particules nanostructurées, qui ont une grande surface de contact avec les gaz, on ne pourrait pas avoir les mêmes avantages », dit-il.

M. McDaniel ne semble pas être le seul à y croire. En effet, Nanox a récemment reçu un appui financier de 4,1M\$ provenant d'un consortium d'investisseurs composé de Pangaea Ventures, de la Banque de développement du Canada (BDC), du Fonds de solidarité FTQ et de Gestion Sovar.

La lithographie nanométrique

Quantiscript, de Sherbrooke, a conçu des applications dans le domaine de la lithographie nanométrique, comme l'indique Claude Brisson, son président-directeur général. « Elles pourront être utilisées dans la fabrication d'une nouvelle génération de puces électroniques et servir à des acteurs importants de l'industrie comme Intel et Sony. »

M. Brisson croit qu'il n'est plus farfelu de penser que les



Gary McDaniel, président et chef de la direction de Nanox

tracés des circuits pourront avoisiner la taille de 20 nanomètres d'ici quelques années, ce qui augmenterait considérablement la puissance, la vitesse et les fonctions des plusieurs applications, notamment dans le secteur informatique.

Le défi est d'autant plus grand pour une entreprise comme Quantiscript qu'elle doit rivaliser avec des entreprises détenant d'importants capitaux de risque. « Nous n'avons pas le choix de travailler avec

d'autres entreprises un peu partout dans le monde, dit M. Brisson. Si je regarde mes concurrents, ils ont accès à du financement pouvant être 15 fois supérieur au nôtre. »

Quantiscript prévoit que la nouvelle génération de puces pourrait voir le jour vers 2007-2008.

Tekna Plasma

Une autre entreprise de Sherbrooke, spécialisée, elle, dans le développement de systèmes

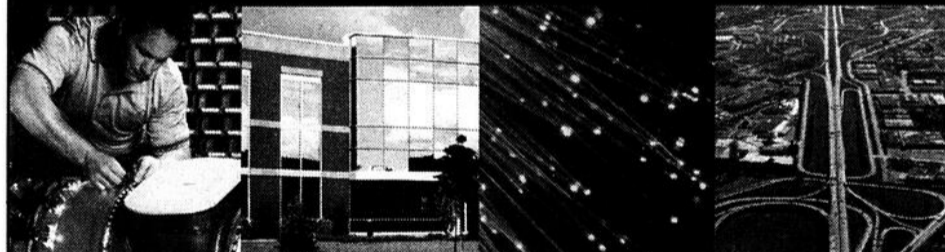
de plasma thermique pour le traitement des matériaux, est en voie de percer l'industrie de l'électronique, grâce entre autres aux nanotechnologies. Tekna Plasma offre de l'équipement qui sert à la fabrication des nanopoudres de métaux utilisés dans la fabrication de composants électroniques.

Le principe est le suivant : les systèmes de plasma thermique mettent les métaux traités en contact avec le plasma à très haute température afin de générer une brume de nanopoudres qui est déposée sur les composantes, selon les besoins des applications. « Cette poudre permet de fabriquer des circuits intégrés plus compacts et de meilleure efficacité que les matériaux standards », explique le président, Maher Boulos.

Près de 70 % des ventes de Tekna Plasma sont réalisées à l'extérieur du Canada (au Japon, en Europe et aux États-Unis). Une peu plus de 40 personnes travaillent au sein de l'entreprise, dont 30 % dans des activités liées aux nanotechnologies. ■

Longueuil

Le nouveau carrefour économique du Québec



Recherche, innovation et croissance

Partenaire de votre réussite, Développement économique Longueuil offre une panoplie de services personnalisés pour aider votre entreprise à réaliser ses projets de développement.

Notre objectif? Susciter, encourager et soutenir les initiatives des entreprises locales, tout en facilitant l'accès aux nouvelles technologies et à leur application. Notre équipe travaille auprès d'entreprises qui, comme la vôtre, sont déterminées à voir toujours plus grand, toujours plus loin.

Communiquez avec nous pour discuter de vos projets d'affaires.

La force d'action avec DEL



Développement
économique
Longueuil

204, boul. de Montarville, bureau 120
Boucherville (Québec) Canada J4B 6S2
Téléphone : (450) 645-2335
Sans frais : 1 866 599-2335
www.del.longueuil.ca

Le Cégep André-Laurendeau

est fier de participer à la formation des premiers

TECHNICIENS QUÉBÉCOIS EN NANOTECHNOLOGIES

grâce à un partenariat avec le Regroupement des collèges du Montréal métropolitain (RCMM), Emploi-Québec et la Table métropolitaine des partenaires du marché du travail.

Les premiers diplômés du programme Caractérisation et fabrication des nanomatériaux seront disponibles à l'emploi dès le 7 mars 2005.

Début des cours de la seconde cohorte :
18 octobre 2004.



CÉGEP
ANDRÉ-LAURENDEAU

Pour informations
visitez notre site Internet
www.claurendeau.qc.ca
ou appelez au
(514) 364-3320 poste 111



Regroupement des collèges
du Montréal métropolitain

Des retombées importantes pour différentes industries

Nicolas Demers

dossiers@transcontinental.ca

En se basant sur des documents réalisés par NanoQuébec et par le Conseil de la science et de la technologie ainsi que sur des conseils de spécialistes, LES AFFAIRES présentent ici un tour d'horizon des répercussions potentielles des nanotechnologies

Huit secteurs pourraient connaître des bouleversements causés par l'introduction des nanotechnologies.

sur différents secteurs de l'économie. Au moins huit secteurs industriels pourraient connaître des bouleversements importants causés par l'introduction des nanotechnologies.

> Transports

De nouveaux matériaux ayant une résistance mécanique

supérieure pour une masse inférieure réduiraient le poids des automobiles, des avions ou des fusées.

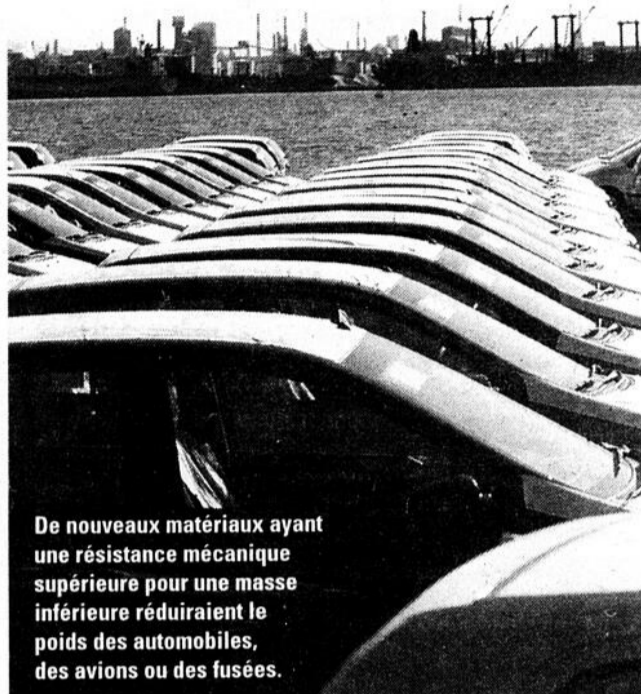
Cela réduirait la consommation énergétique, résultant en des économies et en une réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants.

Les applications sont multiples : pneus recyclables, peintures résistantes aux égratignures, GPS, etc.

> Électronique, télécommunications et TI

Ce secteur peut permettre au Québec de s'illustrer à l'échelle mondiale. Plusieurs PME d'ici comme Quantiscript et Adtek Photomask pourraient, en effet, voir leurs inventions électroniques intégrer le processus de fabrication de nouveaux produits de multinationales.

Dans l'industrie des télécommunications et des technologies de l'information (TI), les nanotechnologies peuvent notamment avoir un impact important sur les procédés de lithographie et de miniaturisation des technologies actuelles (utilisant le silicium).



De nouveaux matériaux ayant une résistance mécanique supérieure pour une masse inférieure réduiraient le poids des automobiles, des avions ou des fusées.

> Chimie et matériaux

Les nanotechnologies peuvent amener d'intéressantes innovations, notamment en ce qui concerne les catalyseurs. Ainsi, l'entreprise québécoise Nanox prévoit mettre sur le marché un catalyseur fait à partir de nanoparticules pour diminuer les coûts de fabrication et les émissions

de monoxyde de carbone des automobiles.

Elles peuvent aussi permettre de créer de nouveaux matériaux permettant de fabriquer notamment des outils de coupe extrêmement durs et résistants ainsi que des fluides magnétiques intelligents pour les lubrifiants et les joints d'étanchéité.

> Santé

Plusieurs entreprises du Québec pourraient bénéficier d'innovations dans le domaine de la santé apportées par les nanotechnologies. Celles-ci peuvent en effet s'appliquer à plusieurs domaines (médicaments, systèmes de détection de molécules, etc.).

> Fabrication

Le secteur de la fabrication nécessite de plus en plus l'utilisation de technologies capables d'augmenter la qualité et la quantité de la production tout en réduisant les pertes, les déchets et la consommation d'énergie.

Les exemples sont nombreux : l'ingénierie de précision pour la production de nouvelles générations de microscopes et d'instruments de mesure, l'auto-assemblage de structures à partir de molécules, etc.

> Énergie

L'heure est à l'optimisation de l'énergie et à l'utilisation de sources d'énergie complémentaires ou qui remplaceraient les sources d'énergie tradi-

tionnelles. Les nanotechnologies peuvent permettre d'importantes avancées sur ces deux plans (piles, photosynthèse artificielle, entreposage sécuritaire de gaz, etc.).

> Environnement

Le protocole de Kyoto étant au cœur des préoccupations industrielles de nombreux pays, les nanotechnologies sont prometteuses pour l'atteinte des objectifs fixés. Pour s'en convaincre, il suffit de songer à des capteurs et à des membranes sélectives servant à filtrer les polluants ainsi qu'à des catalyseurs diminuant les émissions de gaz à effet de serre.

> Défense et sécurité

Ne serait-ce qu'en raison de la préoccupation croissante à l'égard des attentats terroristes, de plus en plus de chercheurs et d'entreprises se spécialisent dans la conception de détecteurs d'agents chimiques et biologiques. Les forces armées pourraient aussi grandement profiter de ces avancées scientifiques (armes plus efficaces, blindés plus résistants, etc.). ■

Super
500

SUR LE WEB

une seule adresse :

www.lesaffaires.com/super500

La plus importante source d'information au Québec sur les entreprises privées et publiques

- Plus de 2 000 profils d'entreprises mis à jour régulièrement
- Des outils interactifs pour analyser les entreprises au Québec et au Canada

NOUVEAU !

Dès l'automne 2004, vous pourrez télécharger sur votre ordinateur personnel vos listes d'entreprises directement à partir du site.

LES **AFFAIRES**.com

Une course à l'échelle internationale

Les investissements en R-D enregistrent une forte croissance dans le monde

Nicolas Demers

dossiers@transcontinental.ca

Le financement des activités de R-D liées aux nanotechnologies dans le monde a franchi le cap des 5 milliards de dollars américains (G\$) en 2004, selon les dernières estimations de la **Commission des communautés européennes (CCE)**.

Ce nouveau sommet est grandement tributaire de la croissance de l'investissement public, qui a fait un bon remarquable de 1997 à 2004, passant de 400 M\$ US à plus de 3 G\$ US.

Toutefois, selon plusieurs spécialistes, le financement issu du secteur privé (qu'on estime à 2 G\$ actuellement) pourrait surpasser le financement public au cours des prochaines années. Une kyrielle de multinationales – notamment **IBM, Dow Chemicals, l'Oréal, Hewlett-Packard, Hitachi et Unilever** – ont déjà lancé de vastes projets de R-D axés sur les nanotechnologies, et le nombre d'entreprises essaimées ne cesse de croître année après année, selon l'**Organisation de coopération et de développement économique (OCDE)**.

Plusieurs produits issus des nanotechnologies sont d'ailleurs sur le marché à l'heure actuelle : des produits utilisés en médecine (bandages, valves cardiaques, etc.), des composants électroniques, des peintures antirayures, de l'équipement de sport, des tissus infroissables et antitaches, etc. Selon la CCE, le marché pour ces produits représente environ 2,5 G\$ US. Il pourrait atteindre plusieurs centaines de milliards de dollars d'ici 2010, même 1 000 G\$ ultérieurement.

Les États-Unis, le Japon et l'Union européenne (UE) figurent en tête dans la course aux nanotechnologies. Dans un document intitulé *Vers une stratégie européenne en faveur des nanotechnologies*, qu'elle rendait public en mai dernier, la CCE affirme que

« en chiffres absolus des dépenses publiques, l'UE investit des sommes comparables à celles effectuées par les États-Unis et le Japon. Cependant, rapporté au nombre d'habitants, l'investissement public moyen dans l'UE est de 2,4 euros par personne, alors qu'il est de 2,7 euros aux É.-U. et de 6,2 euros au Japon. [...] À l'heure actuelle, les 25 États membres de l'UE, à l'exception de l'Irlande, affichent tous un niveau d'investissement par habitant inférieur à celui des États-Unis ou du Japon. Il est donc probable que l'écart entre l'UE et ses principaux concurrents va continuer de se creuser. »

Bien que les données ne soient pas encore disponibles pour 2003, le document de la CCE estime que le financement public des nanotechnologies au Canada avoisinerait les 30 M\$ US, ce qui le classerait au 18^e rang mondial, avec 0,94 \$ d'investissement par habitant.

Si les investissements constituent le nerf de la guerre dans les nanotechnologies, comme dans d'autres domaines d'ailleurs, le nombre de publications scientifiques et celui de brevets déposés servent également d'indicateurs du niveau de compétitivité des pays.

Ces États-Unis dominent largement la course, avec 23,7 % du nombre total de publications parues dans le monde de 1997 à 1999, suivis de loin par le Japon (12,5 %), l'Allemagne (10,7), la Chine et la France (6,3 chacun). Le Canada arrive au 11^e rang, avec 1,8 % des publications. Dans l'ensemble, l'Union européenne arrive au premier rang (34 %), suivie par l'Amérique du Nord (États-Unis et Canada) (28) et par l'Asie (25).

Les États-Unis dominent aussi en ce qui concerne le nombre de brevets déposés pour la période de 1997 à 1999 (42,2 %), suivis de loin par l'Allemagne (15,3), le Japon (12,6), la France (9,1) et le Royaume-Uni (4,7). Le Canada arrive au 6^e rang. Dans l'ensemble, les États-Unis et le Canada regroupent 45 % des brevets, suivis par l'Union européenne (39) et l'Asie (13).

Par ailleurs, si l'on considère le nombre de brevets déposés par tranche de population de 10 M de personnes entre 1991 et 1999, le classement des pays change considérablement : la Suisse domine alors, forte de 122,2 brevets, suivie par l'Allemagne (43,8 brevets), Israël (39,1), la Belgique (37,9), la France (36,3) et les États-Unis (34,7). Le Canada arrive au 12^e rang (15,2) de ce palmarès. ■

TOUR D'HORIZON MONDIAL

> Aux États-Unis

En 2000, les États-Unis ont lancé un ambitieux programme de R-D dans le domaine des nanotechnologies sous les auspices de la **National Nanotechnology Initiative**.

L'investissement du gouvernement fédéral est passé de 750 millions de dollars américains (G\$ US), en 2003, à 982 G\$ US prévus en 2005, alors que les États devraient investir 300 M\$ pour cette même année.

L'engagement à long terme du gouvernement américain a récemment été confirmé par le *21st Century Nanotechnology Development Act*, qui prévoit l'allocation de près de 3,7 G\$ US à cinq agences durant la période 2005-2008. Ces chiffres ne comprennent pas les dépenses liées à l'armée américaine et à d'autres secteurs d'activité, qui représentent actuellement le tiers du budget fédéral consacré aux nanotechnologies.

> En Asie

En 2001, le gouvernement japonais a mis en œuvre une politique centrée sur la nanotechnologie.

Le niveau de financement du développement des nanotechnologies dans ce pays a ainsi doublé de 2001 à 2003, passant de 400 à environ 800 M\$ US, ce qui lui a permis de dépasser la contribution fédérale américaine. Et le financement devrait augmenter de 20 % en 2004.

De son côté, la Corée du Sud s'est lancée dans un ambitieux programme décennal prévoyant un financement public de 2 G\$. Taïwan, elle, a engagé environ 600 M\$ de fonds publics sur six ans.

La Chine n'est pas en reste : elle a enregistré une croissance de 200 % du nombre de publications scientifiques portant sur le sujet, rattrapant ainsi l'Union européenne et les États-Unis.

> En Europe

En dépit de son niveau d'investissement élevé, l'UE fait face à un défi de taille pour rivaliser avec les États-Unis et les pays asiatiques, notamment le Japon : intégrer les initiatives en nanotechnologies des pays membres. Dans un document émanant de la **Commission des communautés européennes (CCE)**, il en est fait mention : « L'une des caractéristiques es-

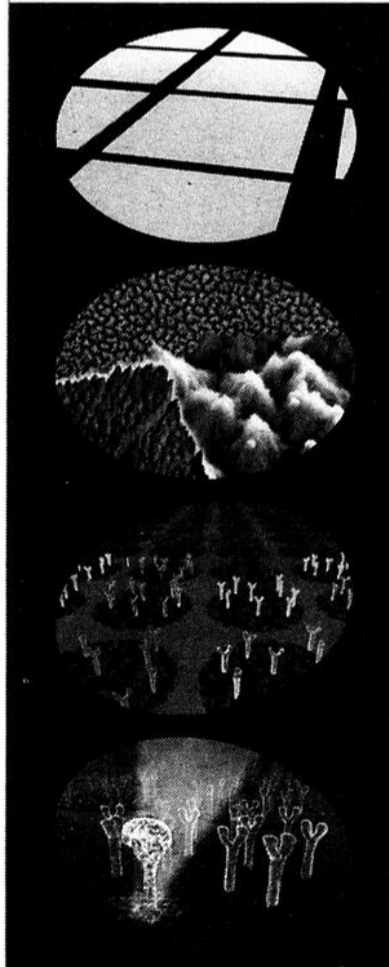
sentielles qui différencie l'UE de ses principaux concurrents est le risque que, dans une certaine mesure, la R-D européenne en nanotechnologie se morcelle du fait de la coexistence de programmes et de sources de financement disparates et en rapide évolution. La situation de nos principaux concurrents se caractérise par l'existence de programmes de R-D coordonnés et/ou centralisés pour les nanotechnologies. »

La CCE indique que la contribution communautaire était de seulement 350 millions d'euros en 2003, soit le tiers des dépenses européennes dans le domaine. La CCE est en train de mettre au point une stratégie visant à coordonner les initiatives des pays membres de l'UE.

> Ailleurs

De nombreux autres pays accordent une attention croissante aux nanotechnologies. C'est le cas notamment de l'Australie, de l'Inde, de l'Amérique latine (Mexique compris), de la Malaisie, de la Nouvelle-Zélande, des Philippines, de Singapour, de l'Afrique du Sud et de la Thaïlande. ■ N.D.

IatroQuest façonne l'avenir



Grâce à sa plateforme technologique révolutionnaire **Bio-Alloy™**, le résultat de la convergence de la nanotechnologie, des matériaux semi-conducteurs de pointe et de la biotechnologie, **IatroQuest façonne l'avenir de la biodétection.**

Bio-Alloy™ permet le développement d'un large éventail de produits dans plusieurs segments de marché incluant le diagnostic médical, la biodéfense ainsi que la recherche en sciences de la vie.

1000, chemin du golf, Verdun, Québec H3E 1H4



IatroQuest Corporation

www.iatroquest.com

Le pavillon J.-Armand-Bombardier

Au centre de la recherche

La plus importante concentration de recherche en nanosciences et en nanotechnologies au Canada

En 2000, l'Université de Montréal et l'École Polytechnique de Montréal ont décidé d'unir leurs forces pour accélérer le développement des nanosciences et des nanotechnologies sur le campus. Depuis 2002, cette initiative s'est inscrite dans un projet conjoint plus important : *Technopôle-Montréal*, dont un volet s'est concrétisé par l'inauguration, en mai 2004, du pavillon J.-Armand-Bombardier, entièrement consacré à la recherche de pointe (www.umontreal.ca/JAB).

Secteurs d'activités

- > Auto-assemblage des polymères
 - > Chimie supramoléculaire
 - > Électronique moléculaire
- > Magnétoélectronique (spintronique)
- > Matériaux aux surfaces nanostructurées
 - > Matériaux nanostructurés pour la régénération des tissus
 - > Modélisation nanométrique
- > Nanobiomatériaux et biocapteurs
 - > Nanocomposites
 - > Nanoélectronique
 - > Nanomédecine
 - > Nanophotonique
- > Nanopharmaceutique
 - > Nanorobotique
- > Outils diagnostiques

Chercheurs

- > Plus de 50 chercheurs, dont 15 titulaires de *Chaires de recherche du Canada*, provenant de disciplines telles que la chimie, la physique, les génies chimique, électrique, informatique, mécanique et physique, la médecine, l'orthopédie et la pharmacie.

Infrastructures

- > 60 M\$ pour le pavillon J.-Armand-Bombardier dont une grande partie est consacrée à la recherche en nanosciences et en nanotechnologies
- > Près de 200 M\$ en équipements scientifiques de pointe

Transfert technologique

- > Un incubateur pouvant accueillir cinq entreprises en haute technologie
- > Une collaboration étroite et soutenue avec l'industrie
- > La formation d'une main-d'œuvre hautement qualifiée

Renseignements :

Université de Montréal
Vice-rectorat à la recherche
Tél. : (514) 343-7270
www.umontreal.ca/recherche

École Polytechnique de Montréal
Direction de la recherche
et de l'innovation
Tél. : (514) 340-4990
www.polymtl.ca/recherche



Université 
de Montréal