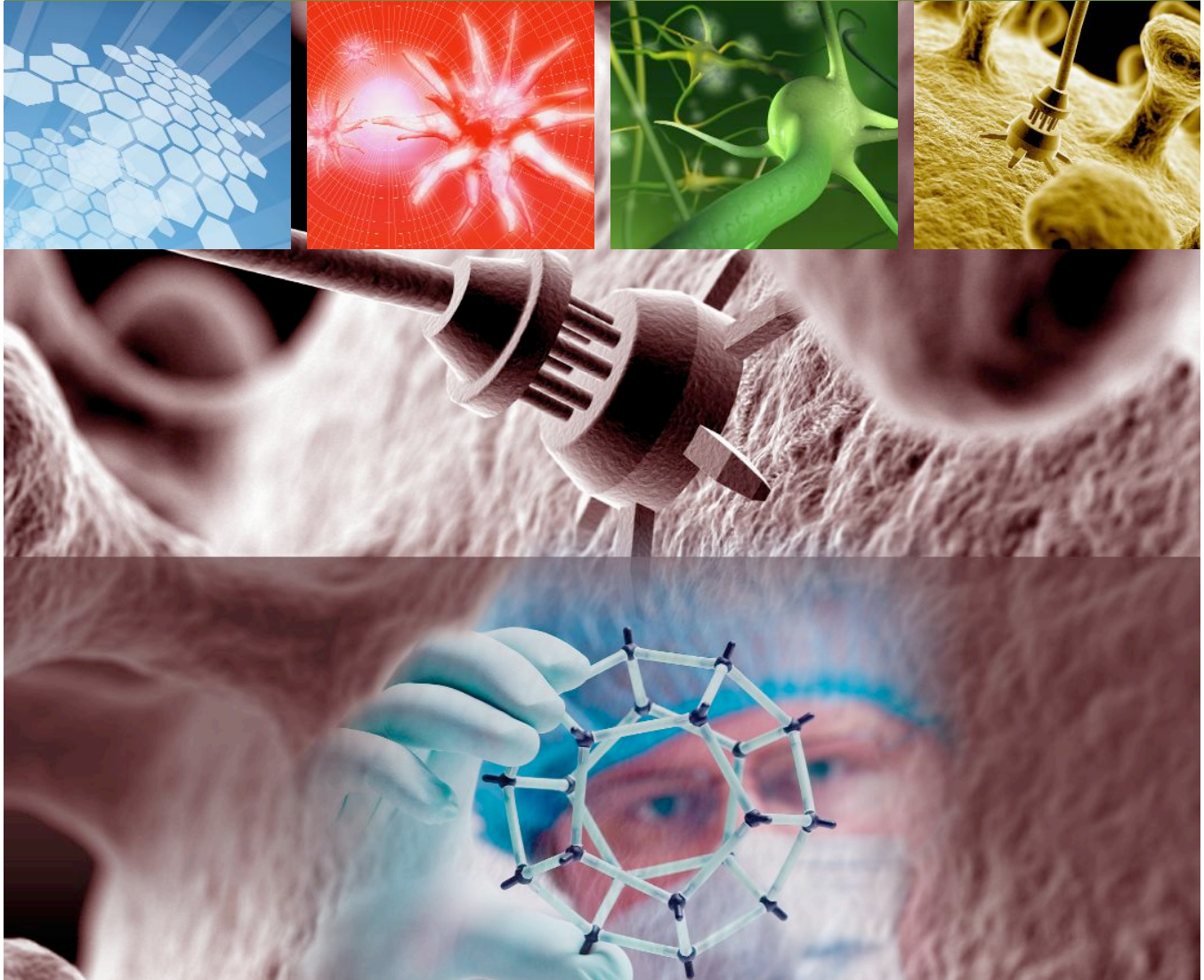


Atelier canadien sur la recherche multidisciplinaire en nanotechnologie :

lacunes, possibilités et priorités



Edmonton (Alberta) | 22-24 janvier 2008



Environnement
Canada

Environment
Canada



Santé
Canada

Health
Canada



Industrie
Canada

Industry
Canada



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

**Institut national
de nanotechnologie**

**National Institute
for nanotechnology**



IRSC CIHR



Conseil de recherches en
sciences humaines du Canada

Social Sciences and Humanities
Research Council of Canada



**CRSNG
NSERC**

Canada

Instituts de recherche en santé du Canada
160, rue Elgin, 9^e étage
Indice de l'adresse 4809A
Ottawa (Ontario) K1A 0W9 Canada

www.irsc-cih.gc.ca

Aussi affiché sur le Web en formats PDF et HTML
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada (2008)
N° de cat. MR21-133/2008F-PDF
ISBN 978-0-662-09969-7

Atelier canadien sur la recherche multidisciplinaire en nanotechnologie : lacunes, possibilités et priorités



Edmonton (Alberta) | 22-24 janvier 2008



Environnement
Canada Environment
Canada



Santé
Canada Health
Canada



Industrie
Canada Industry
Canada



Conseil national
de recherches Canada
**Institut national
de nanotechnologie** National Research
Council Canada
**National Institute
for nanotechnology**



Conseil de recherches en
sciences humaines du Canada
Social Sciences and Humanities
Research Council of Canada



Canada



Table des matières

Résumé	1
Aperçu de l'atelier	1
Principales lacunes en matière de recherche	2
Établir des priorités	3
Conclusion	3
Introduction	5
Contexte général de l'atelier	5
Sujets et thèmes de recherche éventuels	6
Définir les milieux de la science, de la politique et de l'éthique	6
Rapport de l'atelier – Structure et objectifs	7
Format et structure de l'atelier	7
Allocutions principales : Préparer le terrain pour les discussions en groupe	7
Tables de travail : Détermination des lacunes les plus criantes en matière de recherche en nanotechnologie	8
Tables de travail : Priorisation des lacunes en matière de recherche en nanotechnologie	8
Les lacunes les plus criantes en matière de recherche en nanotechnologie	9
Principales lacunes et principaux besoins en matière de recherche	9
A. Lacunes et défis dans la recherche en sciences de base	9
B. Lacunes en recherche dans les contextes éthiques, juridiques, économiques et sociaux plus vastes	10
C. Enjeux et risques sur le plan de la santé et de l'environnement	12
D. Lacunes dans la gouvernance, la réglementation et la politique	13
E. Besoins liés à la participation du public et à la communication	15
F. Défis pour les collaborations interdisciplinaires	16
Priorités de recherche en nanotechnologie	17
Priorités à court terme	17
A. Création d'outils analytiques et études de base	17
B. Élaboration de programmes de recherche en sciences	18
C. Établissement d'un régime de gouvernance canadien	19
Priorités à long terme en matière de nanotechnologie	19
A. Recherche et formation	19
B. Développement économique	20
C. Promotion d'une stratégie ou d'un cadre en matière de nanotechnologie au Canada	20
Conclusions et recommandations	21
Recherche multidisciplinaire en nanotechnologie :	
Sommaire des lacunes, des possibilités et des priorités	23
A. Principales lacunes et principaux besoins en matière de recherche	23
B. Priorités de recherche à court terme	23



C. Priorités de recherche à long terme	23
D. Recommandations	23
ANNEXE A : Présentations principales	24
Thème 1 : L'éthique et les domaines connexes	
Allocution principale : Nanotechnologie – Le développement technologique et l'intérêt des questions NE ³ LS	
Lorraine Sheremeta, LL.M	24
Thème 2 : La politique, l'élaboration de règlements et la gouvernance	
Allocution principale : La politique publique et la nanotechnologie – Choix et implications	
David Muddle	25
Thème 3 : Les risques scientifiques en matière d'environnement et de santé	
Allocution principale : Nanorisque ou nanomythe? Une perspective scientifique sur une nanotechnologie sûre	
Andrew Maynard, Ph.D	26
Thème 4 : La perspective des sciences sociales et humaines	
Allocution principale : Jeter des ponts – Faire participer les sciences sociales, les sciences humaines et les beaux-arts au débat sur l'avenir de la nanotechnologie	
Ken Coates, Ph.D	28
ANNEXE B : Présentations supplémentaires	30
Efforts du gouvernement de l'Alberta pour soutenir son secteur de la nanotechnologie	
Ronald Dyck, Ph.D.	30
Nanotechnologie : Accélérer la stratégie de l'Alberta	
Peter Hackett, Ph.D.	30
Le but et la fonction de l'Institut national de nanotechnologie (INNT)	
Nils Petersen, Ph.D	31
Travailler ensemble pour le développement responsable de nanomatériaux : perspective de l'industrie	
Terry L. Medley, D.Jur.	32
Remerciements	33
Comité directeur	33
Liste des participants	34

Avertissement

Le contenu du présent rapport reflète les commentaires et les opinions exprimés par les participants au cours de l'atelier. Bien que tout ait été mis en œuvre pour résumer fidèlement les points de vue de la majorité des participants, aucune garantie n'est donnée de l'exactitude et de l'exhaustivité du rapport. Ce résumé ne reflète pas nécessairement les points de vue des organismes commanditaires.



Résumé

La nanotechnologie – l'application de la recherche en nanosciences – s'annonce fort prometteuse pour améliorer nos vies et modifier en profondeur la société sur les plans scientifique, médical, économique et culturel. Ainsi, toutes les implications potentielles de la nanotechnologie doivent être examinées et considérées avec soin. À cet égard, l'*Atelier canadien sur la recherche multidisciplinaire en nanotechnologie : lacunes, possibilités et priorités*, tenu du 22 au 24 janvier 2008 à Edmonton (Alberta), a été une rencontre fructueuse. Même s'il ne s'agissait pas du premier atelier multidisciplinaire sur la nanotechnologie au Canada, c'était la première fois qu'une rencontre du genre réunissait un aussi vaste partenariat d'organismes organisateurs et offrait autant de possibilités de débattre de questions aussi diverses entre disciplines, secteurs, régions et sphères de compétence.

L'atelier était organisé par les trois organismes subventionnaires fédéraux (Instituts de recherche en santé du Canada, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie et Conseil de recherches en sciences humaines), l'Institut national de nanotechnologie du Conseil national de recherches, Environnement Canada, Santé Canada et Industrie Canada. À ce jour, les commanditaires de l'atelier ont individuellement et collectivement mis en œuvre un certain nombre de programmes de recherche en matière de nanotechnologie visant la création de connaissances nouvelles et leur application pour le bénéfice des Canadiens. Bien qu'une grande partie de cette recherche soit peu avancée encore, il est essentiel d'examiner et d'analyser en détail les principales lacunes et questions sur le plan de la recherche auxquelles il reste à s'attaquer.

L'atelier a réuni plus de 80 participants des secteurs de la santé, des sciences physiques et sociales, des sciences humaines et de l'éthique, de l'industrie, d'associations civiques et des pouvoirs publics. Ensemble, ils ont déterminé et priorisé les principales lacunes en matière de recherche en nanotechnologie, en relation notamment avec les impacts et les risques éthiques, juridiques, sociaux, économiques, environnementaux et sanitaires de la nanotechnologie, ainsi que les mécanismes de réglementation et de gouvernance nécessaires pour les prendre en charge.

Aperçu de l'atelier

Le Comité directeur de l'atelier a dégagé un certain nombre de thèmes ou de sujets généraux que devaient considérer les participants à la réunion, par exemple :

1. L'éthique et les domaines connexes
2. La politique, l'élaboration de règlements et la gouvernance
3. Les risques scientifiques en matière d'environnement et de santé
4. La perspective des sciences sociales et humaines



Une série d'allocutions principales a servi à jeter les bases d'échanges en groupe sur chaque thème. Ces thèmes ne se voulaient pas des catégories définitives de besoins de recherche potentiels, mais des points de départ pour organiser des discussions de groupe. L'activité principale de l'atelier a été centrée sur des échanges entre les participants sur les lacunes à combler en matière de recherche et les priorités émergentes dans la recherche en nanotechnologie

Le rapport de l'atelier vise à saisir la dynamique des délibérations qui y ont eu cours, et à articuler les multiples thèmes récurrents et interreliés qui y ont été dégagés, explorés et abordés par les participants dans tous les domaines de la recherche en nanotechnologie. Au lieu de suivre une séquence chronologique et thématique stricte, ce rapport cherche à rendre la substance des délibérations de l'atelier d'une manière cohérente.

Principales lacunes en matière de recherche

La question sémantique – qu'est ce que la *nanotechnologie* exactement? – a été soulevée par de nombreux participants au cours de l'atelier. Les participants ont mentionné que l'absence d'une taxonomie universelle et d'une nomenclature acceptée constituait une lacune distincte et fondamentale dans tout le débat concernant les nanosciences et la nanotechnologie. Quoiqu'il en soit, les participants se sont entendus pour dire qu'il fallait dès maintenant commencer à travailler pour dégager les préoccupations particulières dans l'ensemble des domaines potentiels de la nanotechnologie.

Après une journée complète de discussion entre les participants, une longue liste de lacunes à combler en matière de recherche en nanotechnologie a été établie pour chacun des quatre thèmes de l'atelier. Cette liste est ensuite devenue une liste maîtresse de lacunes/questions de recherche communes dans tous les domaines de la nanotechnologie. Les catégories générales de cette liste sont les suivantes :

- A. Lacunes et défis dans la recherche en sciences de base
- B. Lacunes en recherche dans les contextes éthiques, juridiques, économiques et sociaux plus vastes
- C. Enjeux et risques sur le plan de la santé et de l'environnement
- D. Lacunes dans la gouvernance, la réglementation et la politique
- E. Besoins liés à la participation du public et à la communication
- F. Défis pour les collaborations interdisciplinaires

Voir le rapport complet pour la liste détaillée des principales lacunes en matière recherche en nanotechnologie.



Établir des priorités

Plutôt que de classer la liste détaillée des lacunes cernées en matière de recherche, les participants ont été invités à réfléchir à l'établissement de priorités à court et à long terme. Les priorités à court terme ont été définies comme les domaines de recherche qu'il est essentiel d'aborder à brève échéance. Nombre de ces priorités sont intrinsèquement complexes et ne seront pas résolues dans ce court délai, mais il est impératif de commencer à travailler en fonction d'elles. Les priorités à long terme ont été définies comme les principaux domaines de recherche sur un horizon plus lointain, priorités auxquelles il est impossible de donner suite jusqu'à ce que certains progrès aient été accomplis relativement aux priorités à court terme. Les catégories générales sont les suivantes :

Priorités à court terme

- A. Création d'outils analytiques et études de base
- B. Élaboration de programmes de recherche en sciences
- C. Établissement d'un régime de gouvernance canadien

Priorités à long terme

- A. Recherche et formation
- B. Développement économique
- C. Promotion d'une stratégie canadienne en matière de nanotechnologie

Voir le rapport complet pour un examen détaillé des priorités à court et à long terme.

Conclusion

Le but premier de l'atelier était d'établir une liste des principales lacunes à combler en matière de recherche en nanotechnologie, qui servirait de point de départ à des programmes de financement ciblés futurs. La liste détaillée offerte ici présente un ensemble clair de besoins de recherche qui n'est pas limité à un domaine, à une discipline ou à un thème de recherche en particulier. Cette liste soulève des préoccupations et des enjeux communs dans tous les domaines de recherche auxquels il faudra donner suite pour que les nanosciences et la nanotechnologie aient les impacts souhaités. Nombre de ces lacunes clés exigeront des approches multidisciplinaires, les questions soulevées étant trop vastes et interdépendantes pour qu'un seul organisme, une seule discipline ou un seul domaine puisse y répondre sans aide.

Un deuxième but majeur de l'atelier était d'orienter globalement les priorités relatives de la recherche en matière de nanotechnologie. Cet exercice ne visait pas à fournir une séquence ou un calendrier détaillé des activités, mais à élucider les priorités et les impératifs fondamentaux. La responsabilité de donner suite à ces priorités relatives n'incombe à aucun



groupe ou auditoire particulier. Plutôt, les participants et les commanditaires sont encouragés à considérer les priorités en question lorsqu'ils établiront leurs propres programmes de recherche ou exercices stratégiques.

Outre ces résultats clés, une autre attente de l'atelier était de souder les liens entre les participants de différentes disciplines et de différents domaines, et d'aider à susciter une plus grande sensibilisation mutuelle aux résultats positifs éventuels de la nanotechnologie, ainsi qu'aux risques et aux besoins potentiels. Le but était de permettre de mieux comprendre comment des intervenants de disciplines, de perspectives et d'horizons différents pouvaient travailler ensemble pour faire avancer ce programme de recherche. La santé future de la nanotechnologie au Canada ne peut être assurée que si la science progresse dans les limites d'un cadre multidisciplinaire, soutenue par des ressources et des outils suffisants. Ce n'est que par les efforts concertés de personnes de toutes les disciplines qui exercent une influence sur le cours actuel et futur de la recherche canadienne que la nanotechnologie procurera en toute sécurité ses bienfaits potentiels à l'ensemble de la société.



Introduction

Le 22 janvier 2008, l'*Atelier canadien sur la recherche multidisciplinaire en nanotechnologie : lacunes, possibilités et priorités* s'ouvrait à Edmonton (Alberta). L'atelier de trois jours était coordonné par les organismes suivants :

- Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC)
- Environnement Canada
- Santé Canada
- Industrie Canada
- Conseil national de recherches du Canada - Institut national de nanotechnologie (INNT)
- Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG)
- Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH)

L'atelier a permis aux organismes commanditaires de réunir les experts et les intervenants intéressés pour examiner et déterminer les priorités de recherche en nanotechnologie au Canada, notamment au regard des enjeux NE³LS (c'est-à-dire les enjeux éthiques, environnementaux, économiques, juridiques et sociaux des nanotechnologies), des impacts et des risques pour la santé, et des mécanismes de réglementation nécessaires à cet égard. Un soin particulier a été pris pour avoir des participants de disciplines, d'horizons et de perspectives divers afin que les lacunes en recherche et les priorités soient déterminées selon une approche interdisciplinaire. Les résultats de la recherche dans les domaines sur lesquels cet exercice aura permis de s'entendre assureront un meilleur positionnement du Canada pour tirer parti des avantages de la nanotechnologie, tout en évitant ou en atténuant ses effets négatifs potentiels sur la santé humaine, l'environnement et la société en général. Les résultats potentiels de la réunion incluaient la détermination des lacunes en matière de recherche et l'établissement des priorités de recherche en nanotechnologie.

Contexte général de l'atelier

La nanoscience est l'étude des phénomènes et la manipulation des matériaux à l'échelle atomique, moléculaire et macromoléculaire. À l'échelle nanométrique, certaines propriétés de la matière (y compris le point de fusion, le point d'ébullition, la conductivité électrique, etc.) peuvent varier considérablement des propriétés que l'on observe à plus grande échelle. La nanotechnologie concerne l'application de la recherche effectuée dans le cadre de la nanoscience et dispose de la capacité d'introduire des changements sociaux profonds sur les plans scientifique, médical, économique et culturel. À vrai dire, les avantages perçus dans ce domaine ont convaincu bon nombre de gouvernements partout dans le monde, y compris le gouvernement canadien, de la nécessité d'investissements importants dans la recherche et le développement de la nanoscience et de la nanotechnologie. En 2005, au Canada, les secteurs public et privé ont financé des projets de nanotechnologie dont la valeur s'élevait environ à 246 millions de dollars, alors que les investissements globaux touchant la recherche et le développement totalisaient 9,6 milliards de dollars.¹

¹ Overview of Nanotechnology Research in Canada 2006, Bureau du conseiller national des sciences.



La stratégie relative aux sciences et à la technologie du gouvernement du Canada intitulée *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada* fait appel à la recherche concertée et à la recherche d'entreprise pour qui le partenariat et l'intégration constituent les meilleurs outils pour mobiliser tout le potentiel d'innovation dont dispose le pays. Plus précisément, à l'aide de cette stratégie, on s'efforce de consolider la position du Canada comme pays avant-gardiste dans le domaine de développements importants produisant des avantages sur le plan de la santé, de l'environnement, de la société et de l'économie. Qui plus est, la philosophie de cette stratégie repose sur l'idée que l'on peut faire d'une réglementation transparente, efficiente et de grande portée un outil au service du développement d'une science et d'une activité technologique à la fois progressives et sécuritaires. L'atelier est un exemple de coopération et de coordination entre les organismes de financement canadiens et les ministères qui partagent un intérêt commun pour le domaine émergent de la nanotechnologie.

Jusqu'à présent, les organisateurs de cet atelier, aussi bien de façon indépendante qu'en travaillant de concert, ont mis en œuvre un certain nombre de programmes relatifs à la nanotechnologie. Ces programmes ont été spécialement conçus pour générer de nouvelles connaissances et pour les mettre au service des Canadiens. Toutefois, il a été reconnu qu'un examen et une analyse détaillés des principales lacunes et difficultés en matière de recherche restaient à faire – en relation notamment avec les impacts et les risques éthiques, juridiques, sociaux, économiques, environnementaux et sanitaires de la nanotechnologie, et avec les mécanismes de réglementation et de gouvernance nécessaires pour les prendre en charge. La priorisation des lacunes établies en recherche est essentielle, comme la détermination des meilleurs mécanismes pour appuyer la recherche dans les domaines en question. L'atelier a donc été conçu pour réunir des intervenants intéressés de disciplines, d'horizons et de perspectives divers qui travailleraient ensemble pour déterminer et prioriser les domaines clés en nanotechnologie où les besoins de recherche sont urgents.

Sujets et thèmes de recherche éventuels

Le Comité directeur de l'atelier a dégagé un certain nombre de thèmes ou de sujets généraux que devaient considérer les participants à la réunion, par exemple :

1. L'éthique et les domaines connexes
2. La politique d'élaboration de règlements et la gouvernance
3. Les risques scientifiques en matière d'environnement et de santé
4. La perspective des sciences sociales et humaines

Ces thèmes ne se voulaient pas des catégories définitives de besoins de recherche potentiels, mais des points de départ pour organiser des discussions plus approfondies. Malgré l'important chevauchement entre les thèmes, on s'attendait à ce que des préoccupations ou des besoins communs soient dégagés d'un à l'autre.



Définir les milieux de la science, de la politique et de l'éthique

Dans le contexte des objectifs prévus, les milieux d'où provenaient les participants étaient caractérisés ainsi :

- **Sciences** : toute la gamme des disciplines liées aux nanosciences et à la nanotechnologie, y compris les sciences de laboratoire de base, la recherche universitaire et privée, et les applications jusqu'à la commercialisation
- **Droit et politique** : gouvernements; organisations de financement; ONG; public et groupes de consommateurs; tous les autres organismes ou entités qui dirigent, appuient ou influencent l'élaboration de la politique en matière de nanotechnologie ou ses implications
- **Éthique et secteur social** : organisations qui façonnent, affinent ou contraignent le débat sur les nanosciences, ou y contribuent de quelque façon; recherche en sciences sociales et en éthique.

Des rapports et des chevauchements existent entre les nombreuses perspectives réunies pour discuter de tout le spectre de la nanotechnologie canadienne, si bien que nombre de participants à l'atelier possédaient les compétences caractéristiques de plus d'un milieu. Les points de vue offerts par les participants ont produit un débat et une communication croisée à de nombreuses jonctions dans le continuum des lacunes à combler, des possibilités et des priorités. Quoi qu'il en soit, ces trois milieux grossièrement définis ont aussi projeté des perspectives distinctes et efficaces sur le paysage canadien actuel de la nanotechnologie.

Rapport de l'atelier – Structure et objectifs

Le rapport de l'atelier vise à saisir la dynamique des délibérations qui y ont eu cours, et à articuler les multiples thèmes récurrents et interreliés qui y ont été dégagés, explorés et traités par les participants dans tous les domaines de la recherche en nanotechnologie. Au lieu de suivre une séquence chronologique stricte, ce rapport cherche à rendre la substance des délibérations de l'atelier d'une manière cohérente.

Format et structure de l'atelier

Allocutions principales : Préparer le terrain pour les discussions en groupe

L'atelier a débuté par quatre allocutions principales qui visaient d'abord à fournir des informations de base aux participants pour les aider à définir le cadre général des échanges au cours du reste de la réunion. Chacune de ces allocutions principales est résumée à l'Annexe A.



Tables de travail : Détermination des lacunes les plus criantes en matière de recherche en nanotechnologie

Les quatre thèmes choisis par le comité directeur de l'atelier ont formé la base du travail effectué par les participants. Ceux-ci ont été regroupés en tables de travail, en fonction de leur propre choix de thème. Le nombre total de tables de travail dépendait du nombre de participants intéressés pour chaque thème. Toutes les tables de travail ont été invitées à indiquer les lacunes les plus flagrantes en matière de recherche par rapport à leur thème assigné. Les opinions et les points de vue individuels ont été sollicités, plutôt que la position de principe officielle d'un établissement, organisme ou groupe quelconque.

Chaque table de travail a rendu compte de ses conclusions en plénière. Les grandes lacunes en recherche de chaque table ont été compilées, et un résumé provisoire a été produit pour chacun des quatre thèmes. En raison du grand nombre de points communs soulevés entre les quatre thèmes, les quatre résumés provisoires ont ensuite été regroupés pour former une liste maîtresse des lacunes à combler dans tous les domaines de recherche en nanotechnologie. La liste maîtresse est structurée en plusieurs sous-domaines, qui représentent les points clés soulevés par les participants pour chacun des quatre thèmes.

Tables de travail : Priorisation des lacunes en matière de recherche en nanotechnologie

Pour prioriser les lacunes en matière de recherche en nanotechnologie, les participants ont ensuite été regroupés autour de tables multidisciplinaires, avec pour objectif de transformer les besoins de recherche et lacunes dans les connaissances interdisciplinaires complexes en un ensemble de priorités déterminées.

Les groupes de travail devaient intégrer ce qu'elles avaient entendu jusque-là, faire ressortir les thèmes communs, et organiser les priorités qui se dégagent de l'ensemble des enjeux. On leur a demandé de préciser les priorités à court terme, même s'il pouvait se passer un certain temps avant qu'on y donne suite. Les participants ont également été priés d'indiquer les priorités à long terme qui devront aussi être prises en charge. À noter que les participants n'ont pas été invités à classer les lacunes en matière de recherche établies la veille, mais à commenter en général les domaines considérés prioritaires.



Les lacunes les plus criantes en matière de recherche en nanotechnologie

La question sémantique – qu'est-ce que la *nanotechnologie* exactement? – a été soulevée par de nombreux participants au cours de l'atelier. Les participants ont mentionné que l'absence d'une taxonomie universelle et d'une nomenclature acceptée constituait une lacune distincte et fondamentale dans tout le débat concernant les nanosciences et la nanotechnologie. Quoiqu'il en soit, les participants se sont entendus pour dire qu'il fallait dès maintenant commencer à travailler pour dégager les préoccupations particulières dans l'ensemble des domaines potentiels de la nanotechnologie.

Le résumé des échanges aux tables de travail a été transformé en une liste maîtresse des lacunes en matière de recherche dans tous les domaines de recherche en nanotechnologie (ci-après). Cette liste maîtresse a été structurée selon plusieurs catégories qui englobaient tous les thèmes généraux de l'atelier, un certain nombre de préoccupations et de perspectives communes ayant été soulevées entre les divers thèmes. Ces catégories, et les points particuliers à l'intérieur de chaque catégorie, ne suivent aucun ordre particulier.

Principales lacunes et principaux besoins en matière de recherche

A. Lacunes et défis dans la recherche en sciences de base

- Il n'y a pas à l'heure actuelle d'inventaire complet des compétences canadiennes en sciences et en technologie, dans toutes les disciplines. Comment un relevé semblable pourrait-il être réalisé pour la recherche en nanotechnologie? Quels domaines et quels aspects seraient les plus pertinents pour la nanotechnologie?
- Quels sont les besoins d'instrumentation les plus urgents pour l'étude des nanomatériaux, y compris la détection, la caractérisation, l'évaluation de l'exposition, la nanotoxicité et l'établissement de modèles prédictifs? Quelles autres approches métrologiques doivent être établies pour les nanomatériaux?
- Quelle recherche est nécessaire pour comprendre plus clairement le comportement des nanomatériaux dans les principales matrices que sont l'eau, l'air et le sol? Quels sont les propriétés et les indicateurs pertinents qui serviraient de point de départ pour comprendre les propriétés physiochimiques des nanomatériaux?
- Quel processus pourrait être créé pour évaluer les cycles de vie potentiels des nanomatériaux, y compris quelles données par rapport à divers aboutissements seraient pertinentes pour la santé humaine et l'environnement?
- Comment pouvons-nous évaluer les impacts et les risques relatifs des nanomatériaux dans un contexte biologique? Quels sont les paramètres de pénétration potentielle à travers les barrières et les défenses naturelles (p. ex. relation entre la taille/structure et la



-
- pénétration, le transport actif par rapport au transport passif)? Quelle approche faudrait-il suivre pour comprendre le comportement au niveau cellulaire en cas d'exposition à des matériaux nanométriques? Une compréhension au niveau cellulaire aiderait-elle à valider les méthodes d'analyse actuelles ou à en trouver de nouvelles?
- Étant donné le caractère limité des fonds disponibles pour la mise au point d'épreuves en recherche nanotechnologique, comment devrions-nous rationnellement prioriser les projets de recherche? Comment pouvons-nous faire une distinction entre « ce qu'il faut savoir » et « ce qu'il est bon de savoir » dans ce secteur émergent?
 - Les échantillons de référence actuels conviennent-ils comme matériaux nanométriques?
 - À l'heure actuelle, le terme nanotechnologie englobe un vaste nombre de technologies et d'approches différentes, où les enjeux et les besoins sont distincts. Serait-il avantageux de « dissocier » les diverses nanotechnologies au lieu de traiter tous les aspects potentiels de la nanotechnologie sous un seul vocable? Comment une base claire pour des groupements appropriés de technologies pourrait-elle être établie? Y a-t-il des aspects des nanotechnologies qui devraient rester combinés à des fins de recherche quelconques?

B. Lacune en recherche dans les contextes éthiques, juridiques, économiques et sociaux plus vastes

- Quels seront les impacts – positifs et négatifs – de technologies émergentes comme la nanotechnologie sur le contrat social et les aspects culturels de nos vies? Leurs effets sur la cohésion sociale, la sécurité humaine, la protection de la vie privée, la santé et le bien-être perçu seraient-ils en train de changer, et le cas échéant, quels seraient les impacts de ces changements? Par exemple, quelles sont les implications des technologies qui permettent à certaines personnes de prolonger leur vie ou d'être en meilleure santé, et dans quelle mesure sont-elles acceptables pour la société canadienne? Quels sont les outils appropriés pour les mesurer et comment les trouvons nous?
- L'étude de l'innovation en sciences et en technologie, et de la manière dont les sciences sociales ont influencé les sciences de base dans d'autres domaines, pourrait-elle être pertinente pour la nanotechnologie? Y a-t-il des approches de recherche communes des technologies émergentes et convergentes qui pourraient être examinées pour des enjeux plus particuliers en matière de nanotechnologie? Existe-t-il des répertoires de recherches utiles dans d'autres domaines des sciences sociales qui pourraient être pertinents pour les nanosciences en général?
- Quels enseignements des domaines de la neuroéthique (neurosciences et éthique) et de la bioéthique (y compris la génomique, les cellules souche, etc.) pourraient être pertinents pour la nanoéthique? Quoi d'autre pourrait entrer en jeu pour aider à comprendre la transférabilité de ces connaissances et de cette expérience?
- Quelle place les nanosciences occupent-elles actuellement dans les communautés de recherche existantes et dans les milieux de recherche dans les domaines éthiques, juridiques et économiques? Quelle recherche sera nécessaire pour comprendre plus



-
- complètement ce qu'englobent actuellement les nanosciences, et ce qu'elles peuvent englober potentiellement, dans toutes les disciplines?
- Y a-t-il des études de l'effet d'un changement rapide et permanent sur les structures économiques et sociales qui pourraient être pertinentes pour la nanotechnologie? Quels ont été les impacts de la nanotechnologie jusqu'ici? Qu'est-ce qui devrait influencer et influencera les projets de réorganisation future? Comment la recherche sur les modèles économiques et commerciaux, y compris les stratégies de commercialisation, peut-elle être harmonisée avec l'éthique et les domaines connexes? Par exemple, quels concepts éthiques peuvent être établis pour s'appliquer aux partenariats universités-gouvernements-industrie?
 - Les nouvelles tendances en matière de propriété intellectuelle dans les nanotechnologies correspondent-elles aux tendances dans d'autres domaines technologiques, comme la biotechnologie? Y a-t-il des enseignements au sujet des implications juridiques et éthiques à tirer de la biotechnologie? Quelles sont les approches actuelles du marketing et de l'étiquetage des nanotechnologies à l'intention du public? Quelles seraient les approches les plus efficaces en matière d'étiquetage (p. ex. informatif, non prescriptif)?
 - Quelles sont les limites de l'acceptation ou du rejet par la société de certaines nouvelles technologies? Sont-elles différentes au niveau régional ou international, et comment sont elles liées à la culture? Par exemple, les aliments issus du génie génétique ont suscité un tollé au Royaume-Uni. Toutefois, ils n'ont guère provoqué d'inquiétude au Canada et aux États-Unis
 - Comment le comportement des consommateurs influe-t-il sur l'impact global des nanotechnologies sur la société? Qu'est ce qui peut motiver l'empressement des consommateurs à acheter certains produits, mais pas d'autres? Pouvons-nous déterminer quels nanoproduits peuvent être acceptables et lesquels peuvent être contestables?
 - La surveillance dans un monde nanotechnologique soulève-t-elle des questions éthiques? Est-il possible de déterminer dans quelle mesure les préoccupations relatives à la protection de la vie privée pourraient être influencées par la nanotechnologie? S'agit-il de questions distinctes dans le cas de la nanotechnologie, ou les différences sont-elles seulement une question de degré? Quelles sortes d'exigences de divulgation devraient s'appliquer à la nanosurveillance, et quel serait le rôle de l'État? Est-il possible de déterminer les mécanismes historiques qui ont été appliqués pour mettre en équilibre les avantages par rapport aux pertes réelles ou perçues de protection de la vie privée ou de liberté?
 - Quelles considérations éthiques entrent en ligne de compte lorsqu'il s'agit de décider quels aspects de la nanotechnologie l'État devrait financer, qui devrait participer à ces décisions, comment ces décisions devraient être prises, et comment l'évaluation des bienfaits pour le public devrait être effectuée? Est-il convenable, ou même possible, que les décisions d'ordre éthique actuelles soient contraignantes pour des générations futures de Canadiens? Des décisions éthiques peuvent-elles être prises dans des contextes qui sont mondialement applicables?



C. Enjeux et risques sur le plan de la santé et de l'environnement

- Comment pouvons-nous mieux comprendre la complexité de la détection des nanomatériaux et leur comportement dans les systèmes complexes, comme l'environnement ou l'organisme humain?
- Les modèles prédictifs pour la santé humaine exigeront une gamme de données sur les propriétés chimiques, les fonctions physiologiques, la pharmacocinétique (distribution dans l'organisme, absorption, excrétion et métabolisme) et la toxicologie.
- Quel est le degré d'exposition aux nanomatériaux à l'heure actuelle? À quels matériaux les personnes ou l'environnement sont-ils exposés? Existe-t-il déjà des programmes de surveillance? Qu'est-ce qui serait nécessaire pour mettre au point la métrologie d'évaluation appropriée? Quelles seraient les espèces indicatrices appropriées pour les nanomatériaux? Comment devraient-elles être validées?
- Concernant la santé et la sécurité au travail, quels sont les enjeux particuliers pour la protection des personnes qui manipulent des nanomatériaux? Comment sont prises actuellement les décisions relatives à la protection des travailleurs dans l'industrie et les laboratoires gouvernementaux? Quels sont les outils les plus appropriés pour mesurer l'étendue des risques auxquels sont exposés les travailleurs, y compris les outils physiques (métrologiques) et les outils de modélisation théorique?
- Le modèle traditionnel d'hygiène industrielle utilise des mesures d'ingénierie, des mesures administratives et de l'équipement de protection individuel pour contrer les dangers en matière de santé et de sécurité professionnelles. Cette approche est-elle adéquate et/ou efficace dans le cas des nanomatériaux? Des mesures d'adaptation préventives particulières de l'approche traditionnelle sont-elles justifiées?
- Comment nous assurons-nous que les modèles de devenir et de transport environnementaux sont valides pour les nanomatériaux? Comment nous assurons-nous que les techniques/programmes existants de surveillance/détection environnementales sont valides pour les nanomatériaux (c.-à-d. quels outils et quelle méthodologie sont nécessaires)?
- La persistance entre en ligne de compte dans la toxicité. On ne sait pas ce qui se produit lorsque des nanomatériaux s'accumulent dans l'environnement. Continuent-ils d'être disponibles dans l'environnement et restent-ils donc un risque potentiel pour la santé humaine ou cessent-ils d'exister du point de vue de la biodisponibilité et de la toxicité?
- Quelles sont les expositions environnementales et les risques pour la santé auxquels sont exposés les intervenants en cas d'urgence, et quels sont les risques au cours de tout le cycle de vie des nanomatériaux?
- Comment la capacité de préparation et de planification en cas d'urgence dans le secteur de la nanotechnologie peut-elle le mieux être renforcée en faisant appel à différents domaines et à différentes disciplines (p. ex. centrales d'information, stratégies de sensibilisation coordonnée)?
- Comment devraient être mobilisées les diverses sociétés professionnelles au Canada qui



-
- pourraient être touchées par la nanotechnologie? Quel devrait être leur rôle dans l'ouverture et la médiation d'un débat sur les questions de santé et d'environnement?
- Quels sont les avantages potentiels de la nanotechnologie dans un contexte environnemental? Comment peut-elle améliorer les technologies d'assainissement de l'environnement, la filtration et la purification des eaux, et les pratiques de salubrité des aliments? Comment saisissons-nous utilement les avantages de la nanotechnologie et comment les pondérons nous par rapport aux risques?

D. Lacunes dans la gouvernance, la réglementation et la politique

- Qui devrait jouer le rôle de champion de la recherche sur les risques des nanotechnologies pour la santé humaine et l'environnement? Dans le contexte canadien, qui devrait orienter les questions de politique et de gouvernance à court terme? Qui devrait orienter les politiques et la gouvernance au cours des cinq à dix prochaines années pendant que se poursuivra le développement accéléré des nanosciences et des technologies qui en résultent?
- Quels sont les risques potentiels de ne pas élaborer une stratégie nationale coordonnée en matière de nanotechnologie pour le Canada? Par exemple, l'intégration de la nanotechnologie dans des projets de prévention de la pollution ou de renforcement de la capacité d'assainissement pourrait-elle être mise en péril par l'absence d'un mécanisme quelconque pour en déterminer l'impact?
- Puisqu'il n'y a pas de règles de gouvernance clairement articulées pour la nanotechnologie, et que le cadre réglementaire pour les nanomatériaux et les produits qui en contiennent n'est pas clair, comment devrions-nous guider l'établissement d'une approche rationnelle de la gouvernance? Étant donné la complexité des modèles de gouvernance canadiens, y compris les enjeux fédéraux, provinciaux, territoriaux et municipaux, et l'interrelation complexe entre les secteurs public, privé et sans but lucratif, quelle sorte de modélisation pratique des structures de gouvernance pourrait ou devrait être mise en place? Un relevé exhaustif des ressources disponibles serait-il utile? Comment ce relevé devrait-il être effectué?
- Y a-t-il des approches provisoires appropriées qui pourraient être explorées et appliquées pendant qu'une gouvernance et une politique complètes plus globales sont établies? Quels règlements et quelles mesures faut-il adopter immédiatement tout en attendant l'élaboration d'un nouveau cadre de réglementation des nanoproduits? Devrions-nous prioriser les règlements visant les produits qui sont susceptibles d'être soumis aux responsables de la réglementation dans un avenir très rapproché (p. ex. nutriments nanoencapsulés dans les aliments)?
- Quelles sont les meilleures mesures pour une analyse risques-avantages en nanotechnologie? La recherche sur les questions suivantes pourrait être lacunaire : tolérance à l'égard du risque, acceptation sociale du risque, questions de choix du consommateur, analyse du cycle de vie, et conséquences sociales et économiques d'un point de vue local et mondial.



-
- Y a-t-il des leçons tirées de la gouvernance d'autres domaines technologiques émergents (p. ex. génomique et biotechnologie) qui seraient pertinentes pour la conception et la mise en œuvre d'une politique et d'une stratégie canadienne en matière de nanotechnologie? Y a-t-il des leçons tirées de la nanotechnologie qui peuvent être appliquées à d'autres technologies nouvelles et émergentes?
 - Le spectre des risques acceptables serait-il différent dans des domaines où les nanotechnologies sont censées procurer d'importants avantages (p. ex. nouveaux traitements du cancer, produits pharmaceutiques)?
 - À l'heure actuelle, une attention considérable est accordée aux technologies qui peuvent avoir un fort impact économique. Qu'en est-il de l'interface entre l'État et les PME? Comment l'impulsion pour assurer la commercialisation au pays de l'expertise canadienne en recherche et développement peut-elle être conciliée à l'intérieur d'un cadre de gouvernance?
 - Au manque de connaissances évident sur le plan de la recherche fondamentale et de l'application des résultats de la recherche s'ajoute un manque de vision au sujet des aspects des nanotechnologies qui devraient être pris en compte dans la politique : le cycle de développement, les produits individuels ou le processus global? À qui appartiendrait-il d'établir un cadre de politique à jour en l'absence de principes sous-jacents?
 - Comment les ressources – humaines et financières – peuvent-elles être mobilisées afin d'accumuler les données scientifiques nécessaires pour que les risques des nanomatériaux puissent être évalués comme il se doit?
 - Comment pouvons-nous nous assurer que les politiques ne sont pas déphasées ou en retard par rapport à ce qui se passe ailleurs dans le monde, et que l'impact de l'intervention auprès de divers intervenants est compris à fond? Quelle est la possibilité d'approches volontaires de la réglementation des nanotechnologies et quels sont les précédents à cet égard?
 - Quels sont les paramètres potentiels nécessaires pour régir la portée de la surveillance des activités industrielles dans le secteur de la nanotechnologie, ainsi que les produits et la recherche actuels? Comment pouvons-nous nous assurer que des ressources suffisantes sont prévues pour une application efficace une fois que les mesures appropriées auront été déterminées?
 - Comment le Canada peut-il s'assurer que ses connaissances en matière d'éthique, de santé et de sécurité sont partagées comme il se doit avec les pays moins bien nantis?
 - Puisque les communautés de recherche et les organismes subventionnaires fonctionnent souvent en vase clos, quelles approches permettraient l'intégration d'une recherche véritablement multidisciplinaire en termes à la fois de financement et de résultats? Comment les méthodologies d'examen par les pairs distinctes pour les sciences sociales, les sciences physiques et les sciences biomédicales peuvent-elles être intégrées avec succès pour permettre des partenariats valables?



E. Besoins liés à la participation du public et à la communication

- Des compétences en communication et en application des connaissances (AC) dans le domaine des sciences sociales peuvent-elles être déployées pour aider à élaborer des stratégies de communication adaptées à l'auditoire cible et reflétant un niveau de complexité approprié? De quelle information a besoin le public pour être en mesure de prendre de bonnes décisions, et cette information peut-elle être présentée d'une manière qui permet une prise de décision éclairée sans qu'il soit nécessaire de posséder une connaissance hautement technique de la science implicite dans la nanotechnologie? Comment informons-nous le public des questions de sécurité, sans le surcharger d'information au point où il ne réagit plus, ou ne réagit pas de la bonne façon?
- Quels sont les écarts importants entre la délibération publique, le niveau de compréhension scientifique et la politique publique? Quelles activités translationnelles pourraient aller au-delà de la collecte d'information et jusqu'à l'intégration de ces connaissances dans la politique, dans l'intérêt public? Quelles sont les meilleures façons de faire participer le public, les décideurs, les médias et les autres intervenants à la recherche en nanosciences? Comment déterminer quels sont les outils à créer ou à appliquer pour accroître l'engagement sociétal, et comment en mesurer l'efficacité? Quelles leçons est-il possible de tirer des activités entreprises ailleurs?
- Quelles campagnes et stratégies de communication ont été tentées par le passé dans le cas d'autres technologies nouvelles et émergentes? Au Canada? À l'étranger? Y a-t-il d'importants éléments relatifs aux questions de marketing et d'étiquetage, à la réponse du public, à la capacité de décision éclairée et à la création de capacité publique qui pourraient être pertinents pour la nanotechnologie?
- Comment les décideurs peuvent-ils être mieux informés de l'état de l'opinion et des valeurs publiques? Comment des canaux appropriés pour une communication utile peuvent-ils être établis entre les intervenants?
- Comment les beaux-arts, le théâtre et d'autres moyens de susciter l'intérêt et d'assurer la compréhension peuvent-ils être utilisés pour éclairer le débat public sur la nanotechnologie? La visualisation créative de changements modestes à l'avenir peut être rendue possible par les beaux-arts. Comment les approches de modélisation prédictive actuelles dans d'autres disciplines pourraient-elles être adaptées à la nanotechnologie?
- Quelles sont les préoccupations du public par rapport aux aspects environnement, santé et sécurité de la nanotechnologie? Quels sont les effets de la gestion civique et publique sur la nanotechnologie, y compris le rôle potentiel des ONG et des groupes d'intérêt, et l'interface entre le grand public et les communautés de recherche, d'élaboration des politiques, de réglementation et de gouvernance? Comment les critiques de la nanotechnologie peuvent-elles être prises en compte dans les discussions portant sur la gouvernance et les politiques?



-
- Après qu'il a été décidé de financer ou non les nanotechnologies et la recherche, et que la façon de procéder à cet égard a été déterminée, sur la base des priorités sociales, comment déterminer la meilleure façon de répartir équitablement les avantages de ces investissements?

F. Défis pour les collaborations interdisciplinaires

- Les questions d'application et de communication des connaissances sont cruciales pour déterminer comment faciliter la collaboration interdisciplinaire. Comment communiquons-nous les conclusions au sein de nos propres groupes de pairs et à d'autres groupes? En quoi les approches se ressemblent-elles et diffèrent-elles d'une discipline à l'autre (p. ex. sciences sociales, sciences physiques, sciences biomédicales)? Existe-t-il des modèles qui pourraient être examinés pour aider à établir des collaborations semblables aux fins de la recherche en nanotechnologie?
- Quels types de programmes de formation et de mentorat faut-il pour faciliter des équipes multidisciplinaires efficaces? Qui devrait diriger la création de ces programmes de formation, et comment devraient-ils être gérés?
- Comment des équipes scientifiques interdisciplinaires pourraient-elles incorporer des questions de politique et de gouvernance, et quels sont dans la pratique les paramètres de leur fonctionnement en collaboration?
- Est-il faisable de réunir des experts de différents horizons pour aider à bâtir un cadre commun en vue de l'évaluation des risques de la nanotechnologie pour l'environnement et la santé humaine? Ou les technologies individuelles doivent-elles être évaluées séparément?
- Comment des perspectives plus vastes peuvent-elles être incorporées dans l'éducation/l'élaboration de programmes d'enseignement en nanosciences à tous les niveaux? La recherche sur les styles d'apprentissage qui sont efficaces à différents âges et stades de la vie peut-elle conduire à un plus grand engagement en faveur de l'élaboration de cursus pour tous les stades de la vie? Quelles organisations sont pertinentes et intéressées par cette discussion? Comment peuvent-elles être mobilisées pour collaborer?
- Existe-t-il un besoin de recherche sur les modèles cognitifs de la façon de mener des exercices de prévoyance et de prévision entre les disciplines? Notre capacité à prévoir influe-t-elle sur notre relation avec la technologie émergente?



Priorités de recherche en nanotechnologie

Une fois les besoins de recherche déterminés, les participants ont été regroupés en tables multidisciplinaires et invités à dresser une liste relative de priorités potentielles, à la lumière de tout ce qu'ils avaient entendu au cours des deux jours précédents. Au lieu de classer la liste détaillée des lacunes établies en recherche pour chacun des quatre domaines thématiques, les participants ont été priés de considérer tous les domaines de la recherche en nanotechnologie globalement au moment d'établir leurs priorités. Pour cette portion de l'atelier, on a demandé aux participants de considérer les priorités à court et à long terme.

Les priorités à court terme ont été définies comme les domaines de recherche où une intervention dans les plus brefs délais est cruciale. Nombre de ces priorités sont par nature complexes et ne seront pas résolues comme il se doit dans l'immédiat, mais des progrès à leur égard doivent commencer dès maintenant. Dans nombre de cas, ces priorités à court terme sont également reflétées dans les buts à plus long terme.

Les priorités à long terme ont été définies comme les domaines de recherche clés dont l'horizon est plus lointain. Il est souvent impossible de donner suite à ces priorités avant que certains progrès n'aient été accomplis relativement aux priorités à court terme. La classification comme priorité à long terme ne devrait pas signifier qu'une question est moins importante qu'une autre représentant une priorité à court terme, mais seulement que les priorités à court terme devraient passer en premier.

Au lieu de classer ces priorités dans un ordre défini, les participants ont choisi de mettre l'accent sur certains domaines clés dans les horizons à long et à court terme. À noter que ces groupements ne sont dans aucun ordre particulier, mais représentent simplement un résumé des échanges à chaque table de travail au sujet des priorités.

Les résultats de ces échanges sont résumés ci-après.

Priorités à court terme

A. Création d'outils analytiques et études de base

Virtuellement tous les participants ont indiqué le besoin d'avoir une meilleure compréhension de base des nanomatériaux et de leur interaction avec les systèmes biologiques. La création d'outils analytiques pour la détection et la caractérisation des nanomatériaux est d'importance primordiale. La méthodologie existante doit être développée aux fins de la caractérisation physique et chimique des nanomatériaux, étant



donné le grand besoin d'outils et de techniques pour distinguer les propriétés nano des propriétés macro d'un même matériau. Des matrices de bionalyse, de métrologie et de rendement pour les nanomatériaux, ainsi que la standardisation des méthodes d'essai, sont des enjeux clés.

Afin de procéder à l'évaluation nécessaire du cycle de vie, il est aussi crucial de comprendre les interactions biologiques potentielles avec les nanomatériaux. Il faut pour ce faire déterminer les propriétés pharmacodynamiques et pharmacocinétiques ainsi que les effets distributifs pour différents nanomatériaux. De nouveaux outils sont nécessaires pour la biomodélisation prédictive des interactions nanomatériaux-substances biologiques, y compris des études mécanistiques pour comprendre les propriétés biochimiques particulières des nanomatériaux qui peuvent être pertinentes dans les études sur l'environnement, la santé et la sécurité.

Malgré la difficulté que cela puisse représenter à court terme, l'établissement d'une nomenclature et d'une taxonomie uniformes faciliterait la communication entre tous les intervenants. La coordination avec les activités internationales déjà en cours dans ce domaine est importante. Un inventaire des activités internationales et nationales en matière de nanotechnologie où les systèmes de classification sont mis en corrélation avec la recherche et les découvertes pourrait se révéler utile dans les collaborations multidisciplinaires.

B. Élaboration de programmes de recherche en sciences

Les participants étaient d'avis qu'une stratégie de financement cohérente qui inclut les chercheurs des domaines de la santé et des sciences sociales et physiques serait avantageuse. Pareille stratégie devrait prévoir des cadres afin de faciliter les interactions entre les chercheurs de différentes disciplines et les équipes multidisciplinaires pour des projets efficaces. Il pourrait y avoir, par exemple, des forums nationaux réguliers semblables à celui-ci, qui réuniraient des scientifiques, des représentants gouvernementaux, des décideurs économiques et des consommateurs.

Selon les participants, il était aussi important d'explorer les modèles de communication plus globalement pour mobiliser les scientifiques, l'industrie et le public de manière à promouvoir une meilleure compréhension des risques et des avantages de la nanotechnologie. Il en résulterait une plus grande habilitation et une prise de décision plus éclairée des intéressés. Il faudrait à cet égard être guidé par les questions NE³LS (nanoéthique, environnement, économie, droit et société), apprendre de l'expérience d'autres disciplines de la plate-forme, et créer un cadre pouvant être utilisé pour d'autres technologies nouvelles et émergentes.



C. Établissement d'un régime de gouvernance canadien

Pour un certain nombre de participants, le régime de gouvernance idéal est un cadre de réglementation canadien complet qui peut être appliqué entre les paliers de gouvernement et les secteurs, où toutes les parties prenantes peuvent continuellement interagir et contribuer – non pas à un but particulier, mais à un forum interactif permanent, en prenant un soin particulier pour assurer un accès équitable aux avantages de la nanotechnologie.

À court terme, on était d'avis que des solutions de rechange aux structures réglementaires traditionnelles devraient être explorées, qui faciliteraient peut-être le développement responsable de la nanotechnologie dans l'avenir immédiat, soit à la place de structures réglementaires formelles, soit pendant que ces cadres généraux sont établis. Un système permettant de surveiller les tendances en matière de technologie, le développement économique, l'investissement dans la nanotechnologie et l'intégration sociale a également été jugé souhaitable.

Plusieurs participants sentaient le besoin de désigner un ou plusieurs champions nationaux de la nanotechnologie – une personne, une organisation ou un groupe d'organisations – qui pourraient favoriser la participation proactive des sciences physiques, des sciences sociales et des sciences humaines, de l'industrie, du gouvernement et du public.

Priorités à long terme en matière de nanotechnologie

A. Recherche et formation

À plus long terme, les participants ont recommandé l'incorporation des tout derniers résultats de la recherche sur la toxicité et les biointeractions dans les projets de recherche en cours. Plus globalement, il pourrait aussi falloir suivre les effets économiques, sociaux, environnementaux et physiques de la nanotechnologie dans le cadre de projets de recherche, dans l'intention d'utiliser ces données pour remanier les nanoparticules afin de les rendre plus sûres ou de mettre au point de nouvelles applications. L'utilisation de ces conclusions pour créer de nouvelles applications permettant de mitiger les effets délétères possibles des nanomatériaux a également été soulignée. Selon les participants, s'assurer que l'information inventoriée est réintroduite dans le système de recherche entraînera des cycles répétés de produits améliorés et de résultats plus sûrs.

Il existait d'importantes possibilités selon les participants de tirer parti de la recherche pour favoriser les créneaux stratégiques canadiens et la capacité humaine connexe en déterminant les enjeux stratégiques où il serait possible d'avoir un impact marqué et mieux ciblé. Une évaluation de la formation des personnes hautement qualifiées en nanotechnologie sera nécessaire et permettra de mieux comprendre le succès des approches multidisciplinaires en vue d'aider à concevoir des méthodes de formation à l'avenir.



B. Développement économique

Même si les participants estimaient qu'il fallait continuer de faciliter la recherche et le développement relatifs aux nanomatériaux, certains ont également fait valoir le besoin de s'assurer que cette action débouche sur une commercialisation qui rapportera aux Canadiens. Il existe un besoin d'évaluer différentes approches en matière de propriété intellectuelle afin de déterminer les dispositifs les plus efficaces pour garantir des droits d'auteur, des brevets, etc. qui promeuvent et protègent l'innovation canadienne. Étudier les raisons d'un engagement industriel limité dans le secteur des nanotechnologies au Canada et établir un plan pour encourager une participation accrue du secteur privé ont également été proposés.

C. Favoriser une stratégie ou un cadre canadiens en matière de nanotechnologie

Pour élaborer un cadre (ou une stratégie) national cohérent pour le Canada, il est nécessaire, selon les participants, de créer des ressources destinées à cette fin, des résultats à atteindre bien définis, des interfaces avec d'autres technologies émergentes et des possibilités de convergence. Des forums annuels nationaux en matière de nanotechnologie réunissant des spécialistes des sciences physiques et sociales, des responsables de la réglementation, et des représentants de l'industrie et du public ont été proposés pour aider à faire en sorte que le transfert des connaissances sur les risques puisse continuer d'évoluer. Les participants ont également souligné le besoin d'intégration avec d'autres stratégies internationales pour utiliser la nanotechnologie afin de promouvoir le bien public et de faire en sorte que la notion d'accès équitable aux avantages soit appliquée de manière uniforme.

La coordination a été mentionnée à maintes reprises, parfois dans le contexte du leadership et parfois en termes de ressources et de soutien. On convenait aussi généralement que « tout le financement au monde » ne permettrait pas de résoudre les questions soulevées à moins que le bon ensemble d'outils ne soit utilisé pour déployer les ressources de façon appropriée. En clair, on a noté un manque de capacité de recherche dans ce domaine, ce à quoi il faudrait remédier par des programmes ciblés. La communication, la participation du public et toute une gamme de failles importantes dans la science du point de vue de l'environnement, des impacts sur la santé et de la caractérisation des nanomatériaux sont d'autres importants points qui ont été soulevés.



Conclusions et recommandations

Le présent rapport résume les échanges des participants à l'*Atelier canadien sur la recherche multidisciplinaire en nanotechnologie : lacunes, possibilités et priorités*. Il détaille les principales lacunes à combler dans la recherche en nanotechnologie, d'après les participants à l'atelier, et expose un ensemble général de domaines prioritaires recommandés.

Le but premier de l'atelier était d'établir une liste de lacunes importantes en matière de recherche en nanotechnologie qui pourrait être un point de départ pour des programmes de financement ciblés à l'avenir. Bien qu'aucun ordre particulier n'ait été établi, la longue liste fournie ici offre un ensemble clair de lacunes en matière de recherche qui ne sont pas limitées à un domaine précis, à une discipline donnée ou à un thème de recherche particulier. Ces besoins mettent en évidence des préoccupations et des questions communes auxquelles il faudra s'attaquer pour que les nanosciences et la nanotechnologie aient leurs impacts souhaités. Nombre de ces besoins de recherche clés exigeront des approches multidisciplinaires, car les questions soulevées sont plus vastes et plus interdépendantes que celles qu'un organisme, une discipline ou un domaine pourrait résoudre seul.

Une deuxième activité majeure de l'atelier a été de proposer une orientation générale pour les priorités relatives de recherche en nanotechnologie. Cet exercice ne visait pas à fournir un calendrier détaillé ou une séquence d'activités, mais à dégager les priorités et les impératifs fondamentaux. La responsabilité de donner suite à ces priorités relatives n'incombe à aucun groupe ou auditoire particulier. Plutôt, les participants et les promoteurs ont été encouragés à considérer les priorités en question au moment d'établir leurs propres programmes de recherche ou d'entreprendre leurs propres exercices stratégiques.

Outre ces résultats clés, une autre attente de l'atelier était l'établissement de liens plus étroits entre les participants de différentes disciplines et de différents domaines, et d'aider à faire prendre conscience davantage, de part et d'autre, des résultats positifs éventuels de la nanotechnologie, ainsi que de ses risques potentiels et de ses besoins. Au cours de l'atelier, les participants sont revenus aux concepts de base qui confirment le besoin fondamental de procéder selon une approche résolument multidisciplinaire. Ces concepts/recommandations clés ont été reconnus comme d'importantes étapes pour avancer face aux enjeux soulevés :

- Toutes les disciplines en nanotechnologie doivent être mieux coordonnées et intégrées.
- Des groupes de travail multidisciplinaires sont nécessaires pour assurer des dialogues ouverts et l'accès aux débats en cours sur la nanotechnologie.
- Le financement est important non seulement pour les sciences de base, mais aussi pour tout le spectre de l'élaboration des politiques, de la gouvernance, et de la recherche sociale et éthique.
- La participation du public et sa facilitation par tous les intervenants dans le domaine de la nanotechnologie sont nécessaires.



L'accent mis sur la détermination des besoins, des possibilités et des priorités en nanotechnologie au Canada a permis l'expression d'une gamme d'opinions sur la manière dont les forces actuelles peuvent être mises à profit, et les faiblesses, corrigées. Il a également conduit à une meilleure compréhension de la façon dont les parties prenantes de disciplines, de perspectives et d'horizons différents pourraient travailler ensemble pour faire avancer ce programme de recherche. La santé future de la nanotechnologie au Canada ne peut être assurée que si la science progresse dans les limites d'un cadre multidisciplinaire, soutenue par des ressources et des outils suffisants. Ce n'est que par les efforts concertés de personnes de toutes les disciplines qui exercent une influence sur le cours actuel et futur de la recherche canadienne que la nanotechnologie procurera en toute sécurité ses bienfaits potentiels à l'ensemble de la société.



Recherche multidisciplinaire en nanotechnologie : Sommaire des lacunes, des possibilités et des priorités

A. Principales lacunes et principaux besoins en matière de recherche

1. Lacunes et défis dans la recherche en sciences de base
2. Lacunes en recherche dans les contextes éthiques, juridiques, économiques et sociaux plus vastes
3. Enjeux et risques sur le plan de la santé et de l'environnement
4. Lacunes dans la gouvernance, la réglementation et la politique
5. Besoins liés à la participation du public et à la communication
6. Défis pour les collaborations interdisciplinaires

B. Priorités de recherche à court terme

1. Création d'outils analytiques et études de base
2. Élaboration de programmes de recherche en sciences
3. Établissement d'un régime de gouvernance canadien

C. Priorités de recherche à long terme

1. Recherche et formation
2. Développement économique
3. Promotion d'un cadre ou d'une stratégie en matière de nanotechnologie au Canada

D. Recommandations

1. Créer des groupes de travail multidisciplinaires
2. Coordonner et intégrer toutes les disciplines en nanotechnologie
3. Assurer le financement des sciences de base, de l'élaboration des politiques, de la gouvernance, et de la recherche sociale et éthique
4. Faciliter la participation du public



ANNEXE A : Présentations principales

L'atelier a commencé par quatre présentations principales sur les thèmes généraux dégagés par le comité directeur de l'atelier :

1. L'éthique et les domaines connexes
2. La politique, l'élaboration de règlements et la gouvernance
3. Les risques scientifiques en matière d'environnement et de santé
4. La perspective des sciences sociales et humaines

Ces présentations visaient d'abord à fournir des renseignements de base aux participants pour les aider à définir le cadre général des échanges pendant le reste de la réunion.

Thème 1 : L'éthique et les domaines connexes

Allocution principale : Nanotechnologie – Le développement technologique et l'intérêt des questions NE³LS

Lorraine Sheremeta, LL.M.

Associée de recherche, Health Law Institute, Faculté de droit, Université de l'Alberta
Agente de recherche, Institut national de nanotechnologie, Edmonton (Alberta)

Les implications juridiques de l'importance grandissante de la nanotechnologie dans ses applications scientifiques et consommateurs soulèvent un éventail de nouvelles questions clés. Les questions NE³LS représentent un important aspect de la recherche en nanosciences, parce qu'elles reconnaissent que les particules de l'ordre de 1-100 nm ont des propriétés physiques et chimiques fondamentalement différentes de leurs équivalents macrométriques. La tendance vers la création de nanoproduits distincts, couplée à l'amélioration constante des produits de consommation existants avec des nano-applications, a le potentiel de s'étendre à toutes les entreprises humaines et d'influer sur elles. Dans ce contexte, comprendre le cycle de vie complet des nanoparticules devient capital.

La recherche sur les questions NE³LS tient notamment compte d'un certain nombre de facteurs potentiellement conflictuels, dont le potentiel de transformation sociétale; le risque pour les humains – du stade de la recherche à l'élimination finale des nanomatériaux; la motivation du profit; et le délai relativement court pour obtenir des résultats positifs.

Le secteur canadien de la nanotechnologie fait face à des défis uniques. En plus de la géographie, qui limite les contacts entre les chercheurs, aucune stratégie nationale n'existe actuellement, et les diverses nano-initiatives provinciales ne sont pas nécessairement coordonnées pour maximiser les gains d'efficacité en recherche. La situation du Canada diffère radicalement de l'effort de recherche américain, dans le cadre duquel quelque 1,4 milliard de dollars sera consacré à la nanotechnologie en 2008.



Les questions de droit et de compétence au Canada sont aussi importantes dans les efforts visant à faire progresser la recherche sur les questions NE³LS. Les mandats qui se chevauchent d'Environnement Canada, de Santé Canada et de divers organismes provinciaux de santé et sécurité au travail ont entraîné une importante complexité sur le plan réglementaire. Par exemple, la formulation des règlements actuels qui s'appliquent aux nouvelles substances ne prévoit pas de quantités massiques modifiées pour la déclaration de certains matériaux à l'échelle nanométrique.

La perception de l'état actuel de la nanotechnologie par le public a également été examinée. Bien que la nanotechnologie et ses applications aient été présentées sous un jour à la fois positif et négatif en relation avec le bien public, les risques que comporte la nanotechnologie demeurent relativement inconnus. La recherche sur les questions NE³LS est vue comme un moyen potentiel de combler ces lacunes.

Thème 2 : La politique, l'élaboration de règlements et la gouvernance

Allocution principale : La politique publique et la nanotechnologie – Choix et implications

David Muddle

Directeur régional, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada

Les nanosciences et la nanotechnologie auront un impact sur les programmes et les services de première ligne offerts par un certain nombre d'organismes publics. Cette présentation a porté sur cet impact. La réglementation des produits est la préoccupation la plus tangible à cette jonction des nanosciences avec la nanotechnologie et la politique publique.

Quatre éléments ont été dégagés dans le contexte d'une « introduction à la politique publique » :

- « Politique publique 101 » (comment la politique publique est définie)
- Conception et cadres des politiques
- Nanotechnologie et politique publique
- Cadre provisoire de Santé Canada pour la réglementation des produits de la nanotechnologie

La politique publique a été définie comme un choix conscient fait par le gouvernement – y compris celui d'intervenir ou non – selon l'orientation stratégique choisie. La politique publique a été caractérisée comme un vaste cadre qui se prête à l'utilisation d'instruments de politique ou d'outils particuliers qui sont liés aux concepts connexes de valeurs, de choix et d'acceptabilité morale. La distinction a été faite entre prise de décision rationnelle et prise de décision fondée sur les valeurs.



La politique publique doit mettre en équilibre différents intérêts. Au niveau international en particulier, elle fera entrer en compte de multiples perspectives, toutes intrinsèquement fondées sur des valeurs. Le rapport risques avantages a été mentionné comme considération importante dans ce contexte stratégique.

Quant à l'établissement de politiques cadres pour régir les questions complexes, les autorités publiques essaient souvent de fixer les paramètres à l'intérieur desquels d'autres peuvent tirer parti de la capacité et du travail existants. Cette approche reconnaît les limites inhérentes du gouvernement, en particulier pour ce qui est du coût de la supervision de l'établissement de ces politiques. La nanotechnologie présente un défi pour les responsables des politiques, étant le point de rencontre du révolutionnaire et du familier. Le rythme de l'innovation nanotechnologique et la réduction rapide du coût unitaire dans certains nanosecteurs sont deux des défis auxquels fait face le gouvernement.

Un but de la réglementation gouvernementale est d'aider le public à prendre des décisions éclairées. Il faut pour cela des preuves solides et un cadre de prise de décision robuste. Santé Canada essaie de définir le cadre général des discussions en même temps qu'il explore les enjeux que soulève la nanotechnologie ainsi que le mandat et les pouvoirs actuels du Ministère.

Thème 3 : Les risques scientifiques en matière d'environnement et de santé

Allocution principale : Nanorisque ou nanomythe? Une perspective scientifique sur une nanotechnologie sûre

Andrew Maynard, Ph.D

Conseiller scientifique principal, Project on Emerging Nanotechnologies, Woodrow Wilson International Centre for Scholars, Washington, D.C.

Un certain nombre de perspectives ont été explorées dans la troisième présentation. Trois éléments des nanosciences – petitesse, étrangeté (pour les non-initiés) et haute complexité – ont été mis en relief comme moyens d'établir l'unicité du domaine.

La nanotechnologie représente une formidable possibilité d'améliorer le monde existant et la qualité de vie. En plus de la production prospective de richesse – estimée à 2,6 billions de dollars au cours de la prochaine génération –, la nanotechnologie annonce un monde où les produits de consommation seront meilleurs et plus durables. La création de matériaux de plus haute qualité, un entreposage plus efficace de l'énergie, une meilleure qualité de l'eau et des produits pharmaceutiques plus efficaces ont tous le potentiel d'améliorer la qualité de vie de nombre de gens au quotidien. Toutefois, la nanotechnologie peut être à la hauteur de toutes ces promesses seulement si elle est durable.



Une nanotechnologie durable repose sur trois concepts fondateurs : l'équilibre des avantages et des risques, la réponse et la réglementation.

Déterminer le risque est d'importance capitale. Les nanomatériaux se révèlent posséder des qualités physiques et électrochimiques qui soulèvent des questions nouvelles et stimulantes pour la science. Il importe en particulier de reconnaître que les nanorisques sont souvent des dangers associés à l'ordre de grandeur – par exemple, dans les caractéristiques observées de tailles différentes de nanoparticules d'oxyde de zinc et de dioxyde de titane. La relation entre les limites de la compréhension traditionnelle et de la compréhension non traditionnelle du comportement des particules a été illustrée. La structure des particules, exprimée par la taille et la forme des particules, et la toxicité potentielle de certaines nanoparticules, est une importante frontière en nanosciences.

D'autres exemples de dangers qui sont fonction de l'échelle de grandeur ont été présentés :

- Le « taux de translocation » de deux particules de taille différente, tel qu'il est observé dans le poumon et le foie humains;
- La capacité de certaines nanoparticules de franchir, selon ce qu'il semble, la barrière hémato-encéphalique et de s'introduire directement dans le cerveau humain par le nez et ses nerfs;
- La protection en apparence insuffisante procurée par la peau humaine saine, jusqu'ici considérée comme une importante barrière contre les particules toxiques, empêchant l'entrée potentielle de nanoparticules dans les systèmes humains.

Les interactions nanobiologiques ont également été reconnues comme un risque potentiel. Il a été compris depuis longtemps que la recherche sur l'ADN a le potentiel d'induire de profonds changements au niveau moléculaire. Par extension, il est maintenant possible que certaines nanoparticules puissent moduler et améliorer certaines maladies.

Les dangers présentés par divers aspects de la nanotechnologie sont imparfaitement compris. Il n'existe pas de base de connaissances suffisamment établie encore pour procéder à l'évaluation des risques approfondie qui serait nécessaire pour faire avancer les nanosciences et la nanotechnologie en toute sécurité. Pour remédier à ce problème, plusieurs mesures nécessaires ont été indiquées. Partant de la prémisse que les connaissances réduisent les risques, la priorité a été accordée à la recherche générale nécessaire pour constituer une base de connaissances appropriée :

- « **Dissocier** » les **nanotechnologies** : Séparer les diverses technologies et examiner les applications particulières du point de vue des risques et de la sécurité. Le terme « nanotechnologie » ne doit pas être limité à un seul domaine; séparer les technologies plus vastes en applications distinctes aura pour avantage supplémentaire d'exiger que les applications soient expliquées en langage courant, qui peut être compris plus clairement par de plus grands pans de la société.



-
- **Établir des frontières** : Quels types de nanoparticules sont susceptibles de pénétrer dans l'organisme? Lesquelles de ces particules sont susceptibles d'interagir avec l'organisme? Les nanoparticules comme conglo­mé­rats, agrégats et aérosols ont été prises en considération sous chacune de ces formes dans ce contexte.
 - **Considérer l'utilisation non prévue et les conséquences** : Quelles mesures ont été prévues pour faire face aux situations où quelqu'un se sert de la technologie pour « faire quelque chose de stupide »?

Les objectifs de recherche généraux établis, des efforts de recherche particuliers peuvent être dirigés vers les « cinq grands défis » suivants, qui représentent des préoccupations soulevées chaque fois qu'il est question de manipulation sûre des nanotechnologies :

- Instrumentation appropriée et attention véritable aux principes de métrologie;
- Contrôle efficace et pertinent de la toxicité des nanotechnologies; par exemple, la détection des nanoparticules sous forme de fibres;
- Systèmes de prédiction et impact potentiel des nouveaux nanomatériaux;
- Cycles de vie – impact, actuel et futur, des nanomatériaux – de leur création à leur élimination/destruction;
- Recherche à vocation stratégique.

Thème 4 : La perspective des sciences sociales et humaines

Allocution principale : Jeter des ponts – Faire participer les sciences sociales, les sciences humaines et les beaux-arts au débat sur l'avenir de la nanotechnologie

Ken Coates, Ph.D.

Doyen, Faculté des arts, Université de Waterloo

Les sciences sociales, les sciences humaines et les beaux-arts, comme domaines de recherche, n'occupent pas présentement une place prédominante en nanotechnologie. Toutefois, il est clair que de nombreuses disciplines des sciences sociales ont un important rôle de collaboration à jouer dans le contexte des nanosciences. Pour se hisser à la position avantageuse qui lui revient au Canada, la nanotechnologie doit être résolument multidisciplinaire. La fascination phénoménale du public face à ce que la nanotechnologie et ses applications peuvent permettre d'accomplir est un tremplin utile dont la société canadienne peut vraiment se servir pour plonger dans l'avenir.

Un changement fondamental dans les pratiques éducationnelles canadiennes, du côté tant des sciences fondamentales que des sciences humaines, peut aider à renforcer la participation du public. La 11^e année a été reconnue comme un point de démarcation naturel; la culture scientifique diminue rapidement à partir de ce stade chez les étudiants qui ne sont pas en



sciences. Les participants ont exprimé la crainte que la société moderne ait fait disparaître le sens de l'émerveillement chez les jeunes du Canada : les étudiants s'attendent à ce que leurs enseignants leur livrent l'information par petites portions parfaitement digestibles, et les établissements enseignent maintenant en conséquence. Notre société est devenue réfractaire au risque, et elle craint l'échec. Toutefois, les défis d'un monde qui sait tirer parti de la nanotechnologie laissent croire qu'une approche opposée est justifiée.

Les questions d'éducation dans le contexte de la dichotomie sciences sociales-sciences dures conduisent à une considération plus globale du rôle des médias et de la participation du public au débat sur la nanotechnologie. Le problème est exacerbé par le niveau relativement faible du journalisme scientifique au pays, malgré quelques exceptions notées.

Les participants ont été encouragés à explorer l'absence relative d'idées partagées et de langage commun entre les sciences physiques, les sciences sociales, les beaux-arts et les sciences humaines. L'efficacité de la création de liens entre les disciplines pour expliquer la science moderne et faire mieux comprendre les nanosciences au grand public a été soulignée. Faute de meilleures approches éducationnelles pour l'utilisation des sciences sociales dans le domaine de la nanotechnologie, la recherche en nanosciences au Canada sera privée d'un élément essentiel : la loyauté à l'égard d'une structure de recherche dont les racines sont régionales. Il s'agit d'une considération négative dans un environnement de plus en plus mondial. La capacité de traverser les frontières disciplinaires rendrait le Canada plus apte à montrer la voie dans la recherche et l'innovation en nanotechnologie.



ANNEXE B : Présentations supplémentaires

Quatre autres présentations ont eu lieu au cours des trois jours de la réunion. Chacune a porté sur des aspects pertinents de la nanotechnologie.

Efforts du gouvernement de l'Alberta pour soutenir son secteur de la nanotechnologie

Ronald Dyck, PhD.

Sous-ministre adjoint à la Recherche, Alberta Advanced Education and Technology

L'Alberta cherche à tirer parti des possibilités commerciales présentées par la nanotechnologie, comme moyen à la fois de stimuler le capital éducationnel de ses citoyens et de ses établissements, et de profiter des marchés émergents pour les produits améliorés par la nanotechnologie. La province a élaboré et adopté une vaste stratégie en matière de nanotechnologie, a annoncé un investissement de 130 millions de dollars au cours des cinq prochaines années, et a récemment dévoilé un programme accélérateur de 100 millions de dollars pour la nanotechnologie.

Fermement engagée à soutenir la nanotechnologie, la province héberge une grappe émergente de 45 sociétés qui vendent des produits nanotechnologiques.

Les stratégies sont souvent élaborées à partir du point final. Le succès de l'Alberta repose sur l'élaboration à rebours de sa stratégie – c'est-à-dire commencer par une vision du but qu'elle veut atteindre (produire 2 % des nanoproduits du monde), puis poser des questions clés sur ce qu'il faudrait pour atteindre ce but en termes d'attraction d'entreprises et d'investissements, de formation de la main-d'oeuvre, d'infrastructure et de partenariat.

La stratégie est également axée sur la création de nanoproduits et de nanotechnologies expressément destinés aux industries clés de la province :

- Énergie et environnement
- Technologies sanitaires et médicales
- Agriculture
- Foresterie

Nanotechnologie : Accélérer la stratégie de l'Alberta

Peter Hackett, PhD.

Président et PDG, Alberta Ingenuity Fund

Le thème de base de cette allocution était que « nous ne sommes rien d'autres que des cailloux dans la rivière où coule la technologie ». L'eau ne nous emporte pas, mais nous ne pouvons



l'arrêter. Elle coulera sans cesse autour de nous, et comme les cailloux dans la rivière, nous serons façonnés par ses courants, que nous le voulions ou non.

Il existe un besoin évident de s'adapter rapidement et efficacement au rythme toujours plus rapide de l'innovation. Le programme *Nanotechnology Accelerator* d'Alberta Ingenuity vise à aider les nanosciences et le développement dans la province pour suivre la cadence de cette innovation.

Le programme tire profit du fort esprit entrepreneurial et du goût du risque dans la province pour essayer d'arrimer la créativité individuelle avec la capacité de la société d'accepter l'innovation en finançant des projets axés sur des buts, conçus pour avoir un maximum d'impact.

On a fait remarquer que lorsque les programmes d'action sont établis, des voix sont souvent absentes de la table. Le monde en développement a rarement son mot à dire. La création d'une économie axée sur l'innovation dans le monde en développement serait un résultat positif. La mobilisation des ressources et des efforts pour favoriser une innovation exponentielle dans le monde en développement pourrait faire contrepoids à certains défis de taille, et cette considération devrait être prise en compte dans l'établissement de partenariats et l'avancement de stratégies régionales, nationales et mondiales en matière de nanotechnologie.

Le but et la fonction de l'Institut national de nanotechnologie (INNT)

Nils Petersen, PhD

Directeur général, Conseil national de recherches du Canada (CNRC) – Institut national de nanotechnologie

Cette présentation, qui a fait connaître l'Institut national de nanotechnologie (INNT) du Conseil national de recherches du Canada et a fourni des exemples de la recherche critique et des interrelations qu'il favorise et appuie, a commencé par une description historique de l'avancement de la science au cours de plusieurs époques. Chacune de ces périodes scientifiques distinctes s'appuyait sur une échelle :

- L'échelle métrique, caractérisée par des outils et des instruments comme l'épée, la lance, la charrue et la roue;
- L'échelle millimétrique, qui a permis aux humains de travailler à des échelles beaucoup plus réduites et de concevoir des outils qui ont rendu possibles de nouvelles activités, comme la navigation;
- L'échelle micrométrique, qui a permis l'invention du microscope et le perfectionnement d'outils médicaux évolués, ainsi que l'observation de l'activité cellulaire;
- L'échelle nanométrique, qui annonce un nouvel ensemble de technologies qui révolutionnent la société humaine.

La nanotechnologie arrive au moment où se rejoignent la compréhension du monde de la physique et celle du monde de la biologie. Cette convergence aura un impact révolutionnaire. La



nanotechnologie est inévitable; elle est déjà là, et elle compte profondément pour la société canadienne et mondiale. Il est important de poursuivre la quête afin de la comprendre par la connaissance fondamentale des phénomènes physiques, la création de nouvelles applications et l'élaboration des méthodologies pour en évaluer les impacts.

Le mérite de l'INNT est de créer une relation entre un milieu de recherche universitaire et le Conseil national de recherches. En jumelant la recherche et la science appliquée dans un institut transculturel, il est possible d'atteindre le double but de créer des résultats de recherche et d'en faciliter l'application au développement économique.

Travailler ensemble pour le développement responsable de nanomatériaux : perspective de l'industrie

Terry L. Medley, D.Jur.

Directeur, Questions réglementaires générales et internationales, DuPont Canada Inc.

Les participants de toutes les disciplines ont accordé beaucoup d'attention à la question à multiples facettes de l'évaluation des risques. Terry Medley a fait cette présentation sur le cadre nouvellement créé pour gérer les nanorisques.

Conçu par une équipe commanditée par DuPont, le cadre vise à assurer le développement responsable de matériaux à l'échelle nano². DuPont voulait un cadre qui conduirait à des résultats de gestion des risques à la fois pratiques, complets, transparents et souples. DuPont a publié ce cadre pour que l'industrie et les pouvoirs publics puissent utiliser son processus de gestion des risques.

Les grandes lignes du cadre peuvent être résumées comme suit :

1. Décrire le nanomatériau proposé et ses applications prévues.
2. Élaborer le profil des cycles de vie sous trois angles distincts : les propriétés du nanomatériau; les risques inhérents; les expositions connexes.
3. Évaluer les risques.
4. Évaluer la gestion des risques.
5. Décider, étayer et agir.
6. Réviser et adapter.

Les participants à l'atelier ont fait référence au Projet cadre sur les risques nano de DuPont lorsqu'ils ont considéré l'absence d'outil global d'évaluation des risques à la disposition des milieux de la science, des orientations stratégiques et de l'éthique. Le cadre a également été pris en considération dans le processus d'établissement des priorités qui a mené à la conclusion de l'atelier.

² Ces matériaux ont été fournis à tous les participants à l'atelier; on peut les trouver, avec l'information à l'appui, à www.NanoRiskFramework.com.



Remerciements

Comité directeur

Lori Engler-Todd, Santé Canada

Jaime Flamenbaum, IRSC

Laurent Gémar, Santé Canada

Stella Kemdirim, Environnement Canada

Éric Marcotte, IRSC

Terry McIntrye, Environnement Canada

Craig McNaughton, CRSH

David Muddle, Santé Canada

Barbara Muir, CRSNG

Jeffery Nerenberg, CRSNG

Marsha Permut, Industrie Canada

Lori Sheremeta, INNT

Le comité directeur souhaite reconnaître l'appui à cette initiative donnée par :

Kelly Borecki, Santé Canada

Lynne Cayer, IRSC

Yumna Kanda, IRSC

Kimberley Mageau, IRSC

Micheline Pr  zeau, IRSC

Mélanie Sabourin, IRSC



Liste des participants

Nota : Affiliation première des participants d'après l'information disponible au moment de l'atelier (Janvier 2008).

Nom	Prénom	Établissement	Statut
Adlakha-Hutcheon	Gitanjali	Recherche et développement pour la défense Canada	Participante
Alton	David	Université de l'Alberta	Participant
Atkinson	Andy	Environnement Canada	Participant
Beaudry	Nicole	Commission de l'éthique de la science et de la technologie	Participante
Berezan	Candice	Alberta Advanced Education and Technology	Participante
Bernatchez	Stephane	Santé Canada	Participant
Blakey	David	Santé Canada	Participant
Brommeland	Rick	Conseil national de recherches du Canada	Participant
Bucci	Lucie Marisa	Université de Montréal	Participante
Burgess	Michael	Université de la Colombie-Britannique	Participant
Carlson	Linda	Santé Canada	Participante
Caulfield	Tim	Université de l'Alberta	Participant
Chan	Warren	Université de Toronto	Participant
Coates	Ken	Université de Waterloo	Conférencier
Cohen	Michael	Agence canadienne d'inspection des aliments	Participant
Cramb	David	Université de Calgary	Participant
DallaVia	Renzo	Centre for Health and Safety Innovation, APAI	Participant
Davis	Thomas A	Environnement Canada	Participant
Deleury	Edith	Commission de l'éthique de la science et de la technologie	Participante
Dyck	Ronald	Recherche, Innovation et Sciences	Conférencier
Einsiedel	Edna	Université de Calgary	Participante
Engler-Todd	Lori	Santé Canada	Participante
Flamenbaum	Jaime	Instituts de recherche en santé du Canada	Organisateur
Foster	Trina	Conseil des académies canadiennes	Participante
Gémar	Laurent	Santé Canada	Organisateur
Goss	Greg	Université de l'Alberta	Participant
Green	Doug	Santé Canada	Participant
Grutter	Peter	Université McGill	Participant



Liste des participants , (suite)

Nom	Prénom	Établissement	Statut
Hackett	Peter	Alberta Ingenuity	Conférencier
Haydon	Brian	Association canadienne de normalisation	Participant
Hosein	H. Roland	General Electric	Participant
Illes	Judy	Université de la Colombie-Britannique	Participante
Jegen	Alain	Technologies du développement durable du Canada	Participant
Katz	David	Ministère de l'Industrie et des Ressources	Participant
Keating	Bernard	Université Laval	Participant
Kemdirim	Stella	Environnement Canada	Organisatrice
Klugerman	Abbey	Santé Canada	Participante
Kranakis	Eda	Université d'Ottawa	Participante
Lennox	Bruce	Université McGill	Participant
Linkov	Igor	US Army Engineer Research and Development Center	Participant
Liu-Shum	Alice	Santé Canada	Participante
MacDonald	Chris	Université St Mary's	Participant
Marcotte	Éric	Instituts de recherche en santé du Canada	Organisateur
Materi	Wayne	Conseil national de recherches du Canada	Participant
Maynard	Andrew	Woodrow Wilson International Center for Scholars	Conférencier
McIntyre	Terry	Environnement Canada	Organisateur
McKenzie	Robert	Industrie Canada	Participant
McLachlan	Stéphane	Université du Manitoba	Participant
McNaughton	Craig	Conseil de recherches en sciences humaines du Canada	Organisateur
Medley	Terry	DuPont Company	Conférencier
Mehta	Michael	Université de l'Alberta	Participant
Muddle	David	Santé Canada	Organisateur
Muir	Barbara	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie	Organisatrice
Muscato	Sina	Santé Canada	Participant
Nerenberg	Jeffery	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie	Organisateur
Nielsen	Elizabeth	Conseil des consommateurs du Canada	Participante



Liste des participants , (suite)

Nom	Prénom	Établissement	Statut
Permut	Marsha	Industrie Canada	Organisatrice
Petersen	Nils	Conseil national de recherches du Canada - Institut national de nanotechnologie	Conférencier
Prendergast	Philip	Santé Canada	Participant
Rancourt	Jason	Santé Canada	Participant
Rapold	Patricia	Santé Canada	Participant
Reiner	Peter	Université de la Colombie-Britannique	Participant
Roseman	Mark	Ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario	Participant
Semalulu	Souleh	Santé Canada	Participant
Sheremeta	Lori	Conseil national de recherches du Canada - Institut national de nanotechnologie	Organisatrice
Singh	Baljit	Université de la Saskatchewan	Participant
Skipper	Nigel	Santé Canada	Participant
Stanton-Jean	Michelle	Université de Montréal	Participant
Steele	Alan	Conseil national de recherches du Canada	Participant
Stepanova	Maria	Conseil national de recherches du Canada	Participant
Tufenkji	Nathalie	Université McGill	Participant
Veinot	John	Université de l'Alberta	Participant
Walters	Gregory	Université Saint-Paul	Participant
Wolbring	Gregor	Université de Calgary	Participant
Woodside	Michael	Conseil national de recherches du Canada	Participant
Yada	Rickey	Département des sciences alimentaires	Participant
Yoon	Ken	Northern Nanotechnologies	Participant

