

CNRC-NRC

*De la découverte
à l'innovation...*

La
Science
à l'œuvre pour le
Canada

Conseil national de recherches Canada

Regard sur l'avenir : Les S-T pour le XXI^e siècle

**Rapport intégré sur la prospective
Projet de renouvellement du CNRC**

Août 2005



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

Canada

**Regard sur l'avenir : Les S-T pour le XXI^e siècle
Rapport intégré sur la prospective**

**Projet de renouvellement du CNRC
Août 2005**

Rédigé par : l'équipe des orientations futures

Parrainage : Sherif Barakat

Chef d'équipe : Diane Isabelle

Membres de l'équipe :

Martin Brooks
François Dubé
Michel Dumoulin
Dave Ghosh
Tom Jackman
Barry MacDougall
Raj Selvaraj
Andy Storer

Autres ressources :

Sherif Barakat
Marielle Piché
Donna Viger

Ressources externes :

Foresight Canada
Thorington Corporation

Avant-propos

Le présent rapport constitue un regroupement des documents les plus importants tirés de documents de travail rédigés par les équipes Tendances mondiales et locales, Perspectives de l'industrie, Perspectives gouvernementales et Orientations futures dans le cadre du Projet de renouvellement du CNRC, et tient compte des discussions découlant de la présentation de ces documents lors de l'atelier d'intégration du CNRC.

Il existe énormément de matière dans les documents d'appoint produits par les équipes qui donne un survol approfondi du contexte dont doit se soucier le CNRC au fur et à mesure que l'organisme va de l'avant avec son renouvellement. Ce rapport tente d'organiser ces renseignements contextuels sous quatre thèmes principaux, soit le contexte mondial; les problématiques mondiales touchant le Canada; la concurrence économique mondiale à laquelle est confronté le Canada; et le rôle évolutif des sciences et de la technologie.

Ce rapport intégré est l'un de deux rapports définitifs produits dans le cadre de la Phase 1 du Projet de renouvellement du CNRC. Le deuxième est un rapport analytique.

PRÉSENTATION SOMMAIRE

Introduction

Les changements qui se produisent actuellement à l'échelle mondiale ont une ampleur beaucoup plus importante que l'on pourrait croire. Il apparaît de plus en plus vraisemblable que l'avenir que nous planifions – soit le maintien du statu quo – ne sera pas celui que nous aurons.

La nature des tensions mondiales est de plus en plus complexe et elle évolue rapidement. Ces tensions mettent en équilibre, d'une part, les libertés et l'ouverture à l'échelle mondiale et, d'autre part, la sécurité et les « normes » nationales protégées; elles opposent la promotion (ou la protection) du bien-être économique aux perturbations du bien-être social; elles visent à pourvoir à la consommation accrue des populations en croissance tout en assurant le développement économique, à enrayer la détérioration de l'environnement tout en palliant les insécurités relatives aux ressources.

Le Canada peut devenir la nation de taille moyenne qui a le plus d'influence au monde s'il comprend les moteurs et courants dynamiques caractérisant le nouvel ordre mondial, s'il table sur ses forces et s'il devient un meneur sur le plan de la société et de l'économie. Ce rapport ne fait qu'aborder la discussion de certains de ces moteurs et courants dynamiques; il illustre la situation du Canada ainsi que l'avantage que ce pays présente et il met en relief la façon dont les sciences et la technologie feront la différence.

Contexte mondial

Le monde dans lequel nous vivons est complexe. Jeter un regard sur l'avenir dans quinze ans n'est pas un objectif si loin. Toutefois, si les conditions sont propices, des changements dramatiques susceptibles de marquer l'histoire peuvent se produire au cours de ce laps de temps relativement court. Des tendances importantes qui se renforcent mutuellement et qui ont évolué lentement et silencieusement ont pris une envergure déterminante et peuvent s'intensifier dans ce cadre-temps. Dans ce contexte, les tendances suivantes sont étudiées en trame de fond aux problématiques mondiales touchant le Canada, la concurrence à l'échelle planétaire et les S-T :

1. l'évolution démographique;
2. les problématiques géopolitiques et sociales;
3. le contexte social en évolution;
4. la nécessité du renforcement de la sécurité

Évolution démographique

Les diverses incidences de l'évolution démographique sont d'ordre économique et social : l'évolution des attentes des consommateurs; l'intensification de la demande quant aux ressources naturelles; l'accélération des besoins en matière de services de santé; le changement de la composition de la main-d'œuvre; ainsi que les valeurs sociales, les croyances religieuses et les normes culturelles en évolution. Au nombre des changements attendus sur le plan démographique, on peut citer les suivants :

- La population mondiale croîtra d'environ 2 milliards de personnes pour atteindre 8 milliards d'ici 2020, la majeure partie de cette croissance se produisant dans les pays actuellement en développement ou en transition, soit surtout la Chine, l'Inde et l'Indonésie. La culture asiatique influencera considérablement les interactions mondiales, les valeurs et les comportements de société.

- D'ici 2015, pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, une majorité de la population mondiale vivra en milieu urbain, et d'ici 2030 le chiffre atteindra 60 %.
- Une série de facteurs donnera une impulsion à la migration à l'échelle mondiale jusqu'en 2020, rendant plus diversifiés même les États les plus homogènes : une augmentation de la privatisation et des investissements étrangers, la libéralisation du commerce et le perfectionnement des communications.
- Il existe un consensus général à l'effet que le nombre de personnes âgées augmente à un rythme sans précédent dans l'histoire. D'ici 2050, à l'échelle mondiale et pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, ce nombre dépassera le nombre de jeunes (de moins de 15 ans).
- En revanche, certaines parties du monde, surtout dans les pays en développement, seront confrontées à une explosion démographique chez les jeunes. En raison de leur population importante de jeunes, ces pays pourront faire face à de l'instabilité politique, ce qui renforcera les difficultés qu'ils éprouvent à produire une croissance économique.
- Avec leur prospérité économique croissante et leur besoin en personnel hautement qualifié (PHQ), la Chine, l'Inde et l'Europe de l'Est rapatrient de plus en plus leurs émigrants, dissuadent leur jeune population la plus brillante de quitter et commencent même à attirer les émigrants provenant d'autres pays.

Problématiques géopolitiques et sociales

Une crise est imminente sur le plan de la gouvernance mondiale. Partout dans le monde, le nombre de démocraties est en croissance alors que le nombre de dictatures est en repli et plus de personnes voteront cette année qu'à tout moment dans l'histoire. Ceci dit, environ 50 États-nations ont échoué. Les forces qui engendrent les changements créent des conditions complexes en évolution rapide qui s'alimentent et se renforcent les unes les autres, produisant parfois des forces inattendues pour lesquelles nous sommes presque totalement non préparés, c'est-à-dire des conditions avec lesquelles nous ne savons pas composer. Par exemple, l'État-nation semble perdre du terrain face aux regroupements commerciaux et religieux pour ce qui est de sa source primaire d'identité. Les sociétés ne sont pas préparées et la structure de gouvernance est mal étoffée pour parer à ces éventualités.

Contexte social en évolution

Au XX^e siècle, on prévoyait que l'avenir appartiendrait à la culture industrielle occidentale et qu'il serait défini par celle-ci, par ses technologies, par son économie et par sa vision mondiale. De telles hypothèses ne constituent plus un « pari sûr ». D'autres modèles de commerce, notamment l'échange équitable, feront leur apparition et la demande croîtra pour que les systèmes économiques soient affectés au soulagement de la pauvreté et de la faim (c.-à-d., qu'il y ait augmentation du sens de la responsabilité sociale) et à la réduction des préoccupations en matière de l'environnement.

Typiquement, on a fait fi de l'évolution de la sensibilité ou de la conscience humaine comme moteur de changement; toutefois, « *notre perspective du monde façonne notre comportement* ». Nous avons beaucoup changé dans notre façon de considérer le monde au début du XXI^e siècle et ceci s'est traduit par une perte de confiance vis-à-vis des institutions et des responsables au pouvoir dans toutes les sociétés occidentales. La plupart des sociétés existantes, y compris le Canada, sont bien structurées pour assurer la stabilité, mais non pour composer avec un changement important au niveau de la société. Toutefois, la réalité est que nous sommes confrontés à des conditions en émergence qui sont à la fois fondamentalement nouvelles et cruciales. Ce mésappariement est la question la plus pressante à laquelle fera face le Canada au XXI^e siècle.

Nécessité du renforcement de la sécurité accrue

En même temps que de nouveaux choix et de nouvelles possibilités voient le jour, l'interdépendance mondiale croissante apporte de nouvelles menaces et vulnérabilités. On voit apparaître une nouvelle ère d'anxiété causée par la pauvreté endémique, les transitions économiques brutales qui causent une inégalité croissante et un taux élevé de chômage, la prolifération d'armes mortelles, les mouvements de population à grande échelle, les désastres naturels qui sévissent de plus en plus, la détérioration de l'écosystème, les maladies transmissibles nouvelles et anciennes en résurgence, ainsi qu'une concurrence croissante pour la terre, l'eau et les autres ressources naturelles¹. Qui plus est, le monde est de plus en plus confronté à des conflits relevant de différences religieuses, lesquels sont dominés par des luttes entre fondamentalistes religieux. Il ne fait pas de doute que l'érosion de la capacité de l'État et la privatisation des conflits affaiblissent la sécurité mondiale.

Il n'est donc pas surprenant que le monde aujourd'hui soit obsédé par la sécurité ou par son absence. Dans une certaine mesure, la « sécurité » oriente notre perception du monde et notre réaction au sein de celui-ci.

PROBLÉMATIQUES MONDIALES

Au nombre des problématiques auxquelles sera confrontée l'humanité au cours des années à venir, l'énergie, l'environnement, et la santé et le bien-être sont les trois thèmes les plus critiques sur lesquels le monde se penchera au cours des 5 à 15 prochaines années.

Énergie

Certains estiment que le problème de l'énergie est le plus gros problème auquel devra faire face l'humanité au cours des 50 prochaines années². Le développement des économies émergentes intensifiera la concurrence mondiale pour l'approvisionnement en énergie, et de graves préoccupations quant à la sécurité énergétique pourraient faire surface.

Même si tout semble indiquer que les réserves mondiales en combustibles fossiles dureront jusqu'en 2020, on fait de plus en plus attention à l'amélioration de l'efficacité et de la rentabilité de l'extraction, et au fardeau environnemental qui découle de ces activités. On prévoit qu'il y aura vraisemblablement une résurgence de l'énergie nucléaire comme solution en matière d'approvisionnement aux besoins croissants en énergie, la Chine et la France ayant déjà adopté cette technologie. Des travaux de développement dans les domaines de l'énergie solaire, éolienne et des vagues sont en cours partout dans le monde. La technologie des piles à combustible progresse à bon train. L'élaboration de ces nouvelles technologies marque le début d'une plus grande prise de conscience quant au développement durable, aux répercussions sur l'environnement et à la sécurité énergétique.

Dans ce paysage mondial, le Canada se classe au cinquième rang des plus grands producteurs énergétiques du monde – seuls les États-Unis, la Russie, la Chine, et l'Arabie saoudite le dépassent³. Les réserves de pétrole du Canada, qui totalisent 180 milliards de barils, sont les deuxièmes au monde. Même si les besoins en matière d'énergie du Canada augmentent rapidement, ses vastes ressources naturelles promettent de fournir un approvisionnement en énergie suffisant pour de nombreuses années à venir.⁴

¹ Site Internet de Worldwatch Institute : <http://www.worldwatch.org/features/security/>

² R. E. Smalley, Rice University, allocution prononcée au 27^e Illinois Junior Science and Humanities Symposium, le 3 avril 2005 : <http://cohesion.rice.edu/NaturalSciences/Smalley/emplibrary/040305%20Illinois%20Science%20Symposium.ppt>

³ http://www.locationcanada.com/art_5.htm

⁴ http://www.locationcanada.com/art_5.htm

Le Canada figure parmi les chefs de file en matière de responsabilité énergétique. Le Canada a signé l'accord de Kyoto et s'est ainsi engagé à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 6 % inférieurs à ceux de 1990. Des efforts considérables seront consacrés à la réduction de notre consommation énergétique et des investissements importants seront effectués afin d'appuyer l'innovation canadienne pour ce qui est des combustibles fossiles plus propres et des piles à combustible.

Environnement

Les S-T axées sur l'environnement prennent de l'ampleur à l'échelle internationale, à mesure que l'humanité atteint le « point charnière » en ce qui concerne l'équilibre environnemental – les changements climatiques, l'eau, la pollution, les désastres naturels et autres. Une discussion de deux de ces problématiques suit :

- **L'eau** – Alors que la population augmente et que l'utilisation de l'eau par habitant croît, l'eau destinée à tout usage deviendra de plus en plus rare et ceci mènera à des tensions croissantes au niveau de la demande. Ainsi, il existera une concurrence intense pour l'accès à l'eau. La lutte pour le contrôle des ressources en eau influencera l'évolution politique et économique de l'humanité. Plusieurs experts prévoient que l'eau sera appelée à devenir la ressource stratégique par excellence du XXI^e siècle.
- **Les changements climatiques** – On reconnaît de plus en plus que l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre contribue à un réchauffement de la planète et s'accompagne d'un impact sérieux sur l'environnement. Par exemple, les océans deviennent plus acides, et les conséquences de ce phénomène sur les organismes marins deviennent de plus en plus notables; la sécheresse sévit dans de vastes régions forestières et les incendies de forêt d'envergure catastrophique constituent maintenant un événement annuel. L'humanité reconnaît qu'il lui faut s'attaquer à la source de ces problèmes.

Santé et bien-être

Partout dans le monde, les systèmes publics de soins de la santé font face à des défis considérables. Le déclin des taux de fertilité et la prolongation de l'espérance de vie causent une augmentation de l'âge moyen de la population mondiale. À l'échelle de la planète, le taux d'incidence du diabète augmente et on voit apparaître une épidémie d'obésité. Le monde fait également face à des pandémies, à une incidence croissante de maladies transmissibles, à la réapparition de maladies anciennes ou à de nouvelles variantes. La pandémie mondiale du VIH/SIDA demeure l'un des plus grands fléaux de notre époque.

La pauvreté mondiale constitue un facteur majeur dans le domaine de la santé et du bien-être. Plus de 800 millions de personnes, dont 300 millions sont des enfants, se couchent sans manger chaque jour. Les progrès réalisés dans la réduction de la pauvreté ont été concentrés en Asie, et, particulièrement, en Asie orientale. Dans toutes les parties du monde, le nombre de personnes vivant dans des conditions de pauvreté extrême a augmenté.

Face à ces problématiques, plusieurs des « remèdes » nécessaires sont disponibles en théorie, mais leur mise en œuvre se bute à d'autres valeurs de société fermement ancrées. Par exemple, nous nous efforçons d'établir un équilibre judicieux entre les droits au libre-échange et l'obligation morale de garantir l'accès des pays en développement à des médicaments

salutaires⁵. L'agriculture mondiale produit suffisamment pour nourrir chaque personne sur la planète; or, de nombreuses personnes au monde ne disposent pas de revenus suffisants pour acheter des aliments ou des terres pour les cultiver. Par ailleurs, les cultures génétiquement modifiées recèlent la capacité de réduire la pollution et d'augmenter le rendement économique; toutefois, les organismes génétiquement modifiés (OGM) font face à une résistance considérable dans certaines économies, y compris les pays en voie de développement.

Puisque la société est de plus en plus mise à l'épreuve, les coûts des services de santé ne cessent de grimper. Afin de diminuer le fardeau imposé par les frais associés aux soins de santé, les réalités à l'échelle mondiale démontrent le besoin de mettre l'accent sur la prévention, les changements de mode de vie et les systèmes de soins de santé d'appoint.

CONCURRENCE ÉCONOMIQUE MONDIALE

Évolution du système du marché mondial

Nous vivons actuellement une évolution remarquable au niveau de la forme, de la structure et de la dynamique de l'économie mondiale. Le commerce mondial a augmenté, passant de 580 milliards de dollars américains en 1980 à 6,3 billions de dollars américains en 2004, soit onze fois plus⁶. On s'attend à ce que le commerce poursuive sa croissance impressionnante, augmentant de 80 % d'ici 2020 par rapport aux niveaux de l'an 2000⁷. L'argent, la technologie et les matières premières traversent les frontières nationales de plus en plus rapidement.

D'ici 2020, compte tenu des tendances actuelles, la Chine aura une économie dont l'envergure sera comparable à celle des États-Unis. L'Inde arrivera à ce niveau vers les années 2040, et la Russie pourrait refaire surface comme intervenant important.

La place qu'occupe un pays dans ce nouvel ordre mondial dépend énormément de son bien-être social et économique. Même d'ici 2020, les avantages découlant de la mondialisation ne toucheront pas tous les recoins de la planète : l'écart s'élargira entre les pays qui en tirent parti (sur les plans économique, technologique et social) et les nations sous-développées. On reconnaît de plus en plus que les S-T sont nécessaires à la survie dans le monde et que les économies plus fortes doivent utiliser leurs capacités (par exemple, les S-T) pour venir en aide aux nations moins fortunées et combler les nombreux « fossés » qui divisent le monde.

En général, la libéralisation des marchés internationaux présente à la fois des débouchés et un défi pour le Canada. De façon traditionnelle, la prospérité du Canada a toujours dépendu du commerce. Le pourcentage de notre PIB qui dépend du commerce est plus élevé que celui de toute autre nation membre de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Toutefois, le Canada court le risque de devenir insignifiant, voire même sans pertinence aucune, sur le marché mondial.

⁵ *Une mondialisation juste : Créer des opportunités pour tous*, Rapport de la Commission mondiale sur la dimension sociale de la mondialisation, février 2004 : <http://www.ilo.org/public/french/airglobalization/report/index.htm>

⁶ *Long Term Global Challenges for Europe*, publié en mars 2005 :

http://www.hm-treasury.gov.uk/documents/international_issues/int_global_index.cfm

⁷ *Mapping the Global Future*, Report of the National Intelligence Council's 2020 Project, <http://www.foia.cia.gov/2020/2020.pdf>

Problématiques industrielles

Pris dans leur ensemble, les effets de la technologie et de la mondialisation accélèrent les pressions concurrentielles poussant à la réduction des coûts et à l'augmentation de la productivité. L'innovation au niveau des produits, des processus et des services est devenue un facteur déterminant du succès⁸, qui façonne la position concurrentielle des nations. Selon Statistique Canada, en 2004, les entreprises canadiennes ont affiché leur pire rendement pour ce qui est de la croissance de productivité de la main-d'œuvre en huit ans. Alors que les États-Unis voient leur productivité augmenter, le Canada accuse de plus en plus de retard.

Au-delà de la simple « création de connaissances », l'apport que font les S-T à la compétitivité d'une nation ne se manifeste que lorsque les S-T sont appliquées de manière durable à de nouveaux produits ou services sur le marché. C'est dans cet aspect particulier que se démarque davantage l'économie canadienne, où les petites et moyennes entreprises (PME) jouent un rôle prédominant. Le secteur privé au Canada est dominé par les PME, dont 98 % possèdent moins de 100 employés. En règle générale, les PME dépensent un tiers de ce que les entreprises américaines comparables consacrent à la R-D; elles ont une capacité réduite d'absorber les avantages découlant de la R-D et disposent d'une capacité restreinte d'adaptation à la libéralisation rapide de l'économie.

LE RÔLE ÉVOLUTIF DES S-T

Vagues d'innovation : les leçons tirées de l'histoire

En appuyant les solutions apportées aux problématiques mondiales, les nouvelles sciences et technologies peuvent former les assises de notre capacité collective de relever les défis mondiaux (les changements climatiques, les ressources et l'énergie, la santé), d'aborder la compétitivité des pays (la qualité de vie, la productivité économique, la reconnaissance accrue de l'importance d'une économie fondée sur le savoir) et de régler la structure de la concurrence dans des industries entières.

Tout au long de l'histoire, des « vagues » d'innovation, dont plusieurs étaient fondées sur les progrès réalisés en S-T, se sont répandues dans l'économie mondiale et ont eu une incidence importante sur celle-ci. Ces vagues deviennent de plus en plus perturbatrices et la vague actuelle, soit celle des technologies de l'information et des communications, continuera à exercer une influence transformatrice considérable jusqu'en 2020. La prochaine vague, qui devrait être celle de la biotechnologie, aura en soi des répercussions considérables dans le domaine de la fonction des gènes et dans celui de la biologie moléculaire, cellulaire et des systèmes.

- **Technologies transformatrices principales** : On prévoit que les technologies transformatrices principales jusqu'en 2020 seront les technologies de l'information et des communications, les biotechnologies et les technologies axées sur l'énergie et l'environnement.
- **Technologies de l'information et des communications** : Le pouvoir transformateur que l'on attend des technologies de l'information et des communications se fait déjà ressentir et il devrait même s'intensifier. D'ici 2020, la puissance informatique sera omniprésente et fera partie de la vie quotidienne.

⁸ *Manufacturing in America : A Comprehensive Strategy to Address the Challenges to US Manufacturers*, Département américain du commerce, janvier 2004

- **Biotechnologies** : On prévoit que la nature transformatrice de la biotechnologie aura une incidence définitive sur la plupart des secteurs de l'économie mondiale. Les biotechnologies sont souvent perçues comme les S-T les plus importantes du siècle actuel, et leur impact est appelé à dépasser celui des technologies de l'information et des communications.
- **Technologies axées sur l'énergie et l'environnement** : L'élaboration et la diffusion des S-T axées sur l'énergie et l'environnement gagnent rapidement en importance à l'échelle mondiale. Des signes précurseurs suggèrent que cette vague innovatrice a déjà commencé à s'implanter et qu'elle aura une incidence grandissante sur l'horizon prévisionnel jusqu'en 2020.

Sciences et technologies habilitantes principales

Dans la réalité d'aujourd'hui, les progrès, pour la plupart, ne sont réalisables que grâce à des progrès complémentaires réalisés dans d'autres sciences et technologies habilitantes. Même s'il existe de nombreuses sciences et technologies qui revêtent de l'importance, celles qui sont mentionnées ci-dessous sont au nombre de celles qui, en soi, sont appelées à connaître une progression considérable jusqu'en 2020.

- **Nanoscience et nanogénie** : On s'attend à ce que l'incidence des technologies de la nanoscience et du nanogénie soit la plus considérable de toutes les technologies. La nanoscience, soit la science des matériaux à l'échelle de l'atome et de la molécule, changera le tissu même de la société à long terme.
- **Sciences des matériaux** : La science des matériaux constitue un domaine multidisciplinaire axé sur les solides fonctionnels, que la fonction servie soit structurelle, électronique, thermique, chimique, magnétique, optique ou une combinaison de ce qui précède.
- **Photonique** : La photonique s'entend de la science et de la technologie qui est fondée sur les flux contrôlés de photons, ou particules de lumière, et qui en traite. En tant qu'outil, l'optique s'immisce dans presque tous les domaines des sciences et de la technologie.
- **Microfluidique** : Les microfluides constituent peut-être l'avenir des « aqualabo ». On peut les concevoir comme la miniaturisation du laboratoire de culture de cellules, doté de la capacité de contrôler des combinaisons complexes d'interactions entre les molécules d'essai et les foyers déterminés sur des cellules individuelles.
- **Information quantique** : L'information quantique recèle le potentiel de révolutionner plusieurs domaines scientifiques et techniques. Elle exploite des modes de calcul et de communication fondamentalement nouveaux, parce qu'elle se fonde sur les lois physiques de la mécanique quantique plutôt que sur la physique traditionnelle.

Convergence des technologies

Les S-T convergentes sont des sciences et technologies mutuellement habilitantes dans la poursuite d'un objectif commun. De plus en plus, les thèmes de « convergence » domineront l'évolution des S-T. Les nouvelles technologies seront souvent issues de la fusion de deux ou plusieurs disciplines, / et les progrès réalisés dans un domaine habilitent ceux dans un autre (par exemple, l'influence de l'informatique sur la recherche génomique). La convergence des nano-bio-info-cogno-technologies devrait donner lieu à une progression importante dans les domaines de la santé humaine, de la sécurité et des applications industrielles, pour n'en nommer que quelques-uns.

Facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur l'élaboration et l'acceptation des S-T

Plusieurs facteurs auront une incidence sur l'élaboration et le déploiement en temps opportun des S-T. Ces facteurs constituent un défi important que doivent relever non seulement le milieu de la recherche, mais aussi les responsables de politiques et les sociétés. Certains des facteurs les plus importants sont les suivants :

- **Collaboration multidisciplinaire** : En cette époque de convergence des S-T, aucune technologie ne parvient à la réussite de façon isolée, mais dépend d'autres technologies habilitantes. La collaboration interdisciplinaire peut constituer le défi le plus important auquel devra faire face l'avenir de l'élaboration des S-T jusqu'en 2020.
- **Adaptation au rythme de l'évolution des S-T** : La rapidité de l'évolution des S-T éclipse la capacité des autorités de réglementation d'« emboîter le pas ».
- **Acceptation** : La confiance accordée aux S-T doit surpasser la crainte de la technologie étant donné que l'apport scientifique est de plus en plus nécessaire dans le cadre d'une saine prise de décision. Cette observation souligne l'importance de l'éducation et de la tenue de débats ouverts sur la philosophie de la science.
- **Percées et points charnières** : L'histoire nous a démontré que plusieurs sciences et technologies véritablement transformatrices n'avaient pas été prévues (du moins pas leur ampleur ou le moment de leur percée).

CONCLUSION

Les réponses aux problématiques mondiales complexes et interreliées auxquelles nous sommes confrontés aujourd'hui nécessitent la collaboration et le multilatéralisme de plusieurs nations – aucune société ne peut faire cavalier seul. Ceci est particulièrement vrai pour des nations commerçantes telles que le Canada. Nos priorités sont façonnées par ce qui se passe dans le monde. Grâce à la capacité de la technologie de nous aider à composer avec ces problématiques ou à les atténuer, l'influence transformatrice des S-T peut être considérable. Il suffit de penser à la façon dont les progrès réalisés dans le domaine des technologies de l'information et des communications ont fondamentalement changé la manière dont les gens s'organisent, communiquent et collaborent entre eux et fournissent des biens et services.

L'« expérience mondiale » force l'émergence de nouveaux modèles sociaux, culturels, politiques et commerciaux pour le XXI^e siècle. Non seulement ces changements seront-ils remarquables de par leur ampleur et leur envergure, mais ils se produiront très rapidement et ils redistribueront le pouvoir, les connaissances et les ressources. Ensemble, ces pressions sociales inciteront les innovateurs à concentrer leurs talents et aptitudes sur des problèmes précis, compte tenu du fruit exceptionnel qui devrait découler de leurs innovations.

Table des matières

| | |
|--|-------------------------------------|
| Avant-propos | 3 |
| PRÉSENTATION SOMMAIRE | 4 |
| PARTIE 1 : LE CONTEXTE MONDIAL DANS LEQUEL NOUS ÉVOLUONS | 13 |
| Évolution démographique | 13 |
| Problématiques géopolitiques et sociales | 18 |
| Contexte social en évolution | 19 |
| Nécessité du renforcement de la sécurité..... | 21 |
| PARTIE 2 : LES PROBLÉMATIQUES MONDIALES TOUCHANT LE CANADA | 25 |
| Énergie..... | Error! Bookmark not defined. |
| Environnement..... | 28 |
| Santé et bien-être | 32 |
| PARTIE 3 : CONCURRENCE ÉCONOMIQUE MONDIALE EN CROISSANCE | 37 |
| Évolution du système du marché mondial | 37 |
| Problématiques industrielles | 39 |
| PARTIE 4 : LE RÔLE ÉVOLUTIF DES S-T | 47 |
| Vagues d'innovation : les leçons tirées de l'histoire..... | 47 |
| Technologies transformatrices principales..... | 49 |
| Sciences et technologies habilitantes principales | 50 |
| Convergence des technologies..... | 52 |
| Facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur l'élaboration et l'acceptation des S-T53 | |
| CONCLUSION | 56 |

PARTIE 1 : LE CONTEXTE MONDIAL DANS LEQUEL NOUS ÉVOLUONS

« Toutes les religions, les arts et les sciences sont des branches du même arbre. Toutes ces aspirations visent à anoblir la vie de l'homme, à sortir de la sphère de la simple existence matérielle et à mener l'individu vers la liberté. » Einstein

Le monde dans lequel nous vivons est complexe. Jeter un regard sur l'avenir dans quinze ans n'est pas un objectif si lointain. Toutefois, si les conditions sont propices, des changements dramatiques susceptibles de marquer l'histoire peuvent se produire au cours de ce laps de temps relativement court. Des tendances importantes qui se renforcent mutuellement et qui ont évolué lentement et silencieusement ont pris une envergure décisive et peuvent s'intensifier dans ce cadre-temps. Au nombre de ces tendances, il y a la mondialisation, les contraintes quant aux ressources, les niveaux de scolarité, la sécurité humaine, les modes d'organisation qui ne conviennent pas et un esprit d'initiative courageux et empreint de perspectives. D'autres tendances, par exemple un retour à la domination par les grandes puissances, les changements climatiques, les changements sur le plan de la société et la désintégration de l'identité et de la collectivité, pourraient très bien devenir critiques d'ici 2020.

Dans cette partie, les tendances suivantes sont étudiées en trame de fond aux problématiques mondiales touchant le Canada, la concurrence à l'échelle planétaire et les S-T :

1. l'évolution démographique;
2. les problématiques géopolitiques et sociales;
3. le contexte social en évolution;
4. la nécessité du renforcement de la sécurité.

Toute organisation de S-T qui est en voie de renouvellement doit avoir conscience des incidences éventuelles de ces forces afin de mieux se positionner en vue de la réussite.

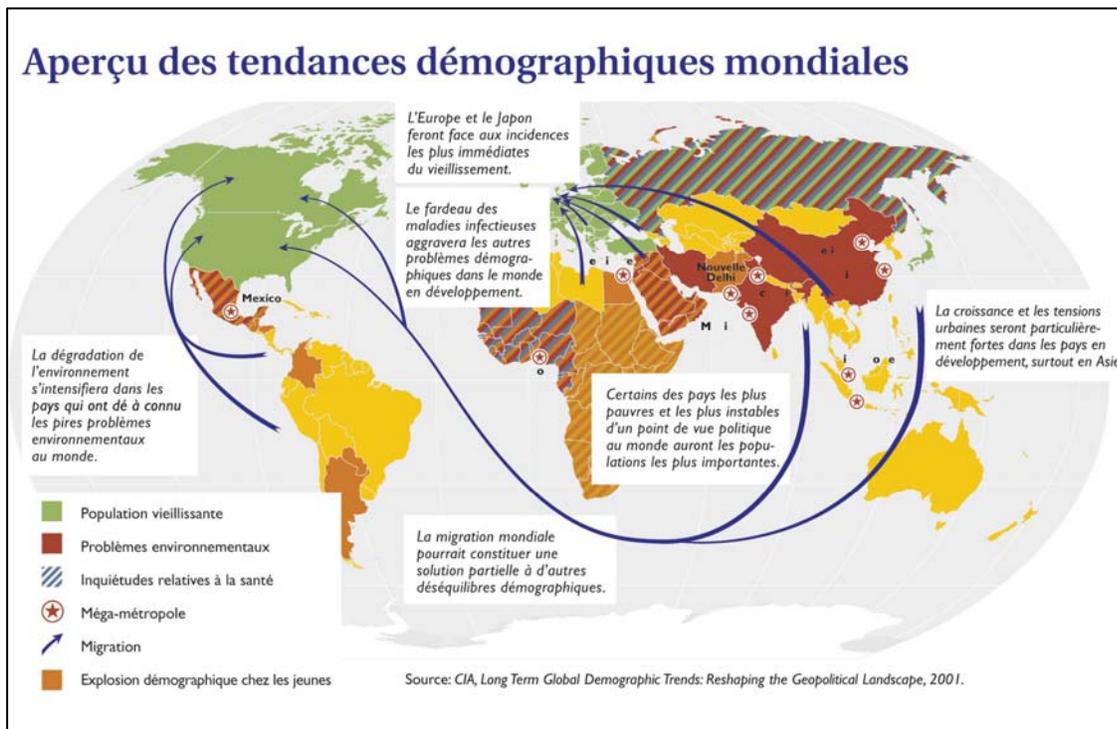
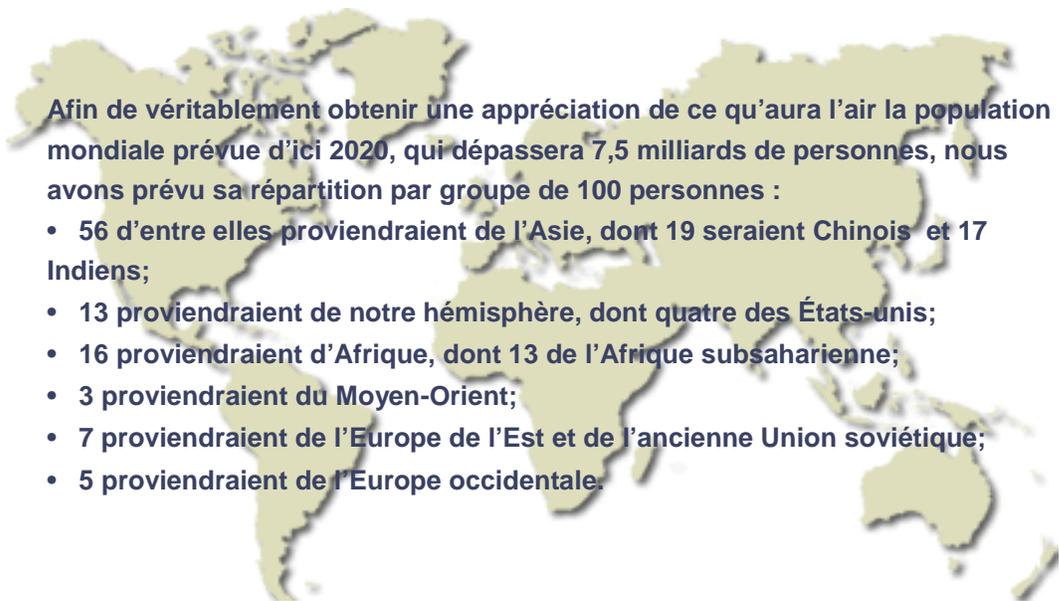
Évolution démographique

L'évolution de la démographie à l'échelle mondiale aura des incidences diverses et considérables y compris, pour n'en mentionner que quelques-unes, des incidences économiques; les changements des attentes des consommateurs; des demandes accrues quant aux ressources naturelles; des tendances de migration évolutive, le changement des valeurs sociales, les besoins importants en matière de soins de la santé et la composition évolutive de la main-d'œuvre.

Croissance et variété de la population

On prévoit que la population mondiale croîtra d'environ 2 milliards de personnes pour atteindre 8 milliards d'ici 2020. La majeure partie de cette croissance se produisant dans les pays actuellement en développement ou en transition, soit surtout la Chine, l'Inde et l'Indonésie. La culture asiatique façonnera de manière considérable les interactions mondiales, les valeurs et les comportements de société. D'ici 2015, pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, une majorité de la population mondiale vivra en milieu urbain et d'ici 2030, le chiffre atteindra 60 %. Le schéma ci-dessous donne un aperçu du visage évolutif du monde :

Ventilation de la population mondiale



Source: CIA, Long term global demographic trends: reshaping the geopolitical landscape. 2001

Tel qu'il est observé dans le diagramme ci-dessus⁹, la migration devrait constituer un facteur important dans l'aspect qu'aura la planète dans les années à venir. Une série de facteurs donnera une impulsion à la migration à l'échelle mondiale jusqu'en 2020, rendant plus diversifiés même les États les plus homogènes : une augmentation de la privatisation et des investissements étrangers, la libéralisation du commerce et le perfectionnement des communications. La démocratisation au sein de plusieurs pays en voie de développement pourrait mener à un relâchement du contrôle étatique sur la migration, et les lois en matière d'immigration dans les pays destinataires pourraient donner la priorité à la réunification familiale. La croissance de collectivités ethniques puissantes dans ces pays augmentera la pression en vue d'intensifier l'immigration de certaines groupes ethniques.

La CIA¹⁰ fait état des quatre types suivants d'évolution démographique à grande échelle qui contribueront aux tensions sociales :

- les différences quant à la cohorte d'âge, par exemple l'explosion démographique des jeunes dans les pays en développement;
- la croissance de la population, qui exacerbe la dégradation de l'environnement dans certaines régions;
- les déplacements des zones rurales vers les zones urbaines;
- l'effet déstabilisateur des flux de populations de migration dans les pays en développement.

Compte tenu des événements du 11 septembre 2001, le protectionnisme, la sécurité et la défense des intérêts commerciaux pourraient se rajouter à cette liste.

Le visage changeant du Canada

En 2000, la population canadienne était estimée à 30,7 millions d'habitants. Dans 25 ans, elle devrait se situer aux alentours de 35 millions. Entre 1901 et 2001, la population de souche autochtone s'est multipliée par 10, tandis que la population globale du Canada a crû selon un coefficient de multiplication de 6 seulement¹¹. Alors qu'il y a 50 ans, la plupart des immigrants qui venaient au Canada provenaient d'Europe, aujourd'hui la plupart viennent de l'Asie. Entre 19 % et 23 % de la population du pays pourrait être constituée de membres de minorités visibles d'ici 2017, ce qui donnerait au Canada entre 6,3 millions et 8,5 millions de citoyens ayant des cultures, des valeurs et des religions très différentes de celles qui ont servi à la fondation du pays.

La population vieillit dans plusieurs régions du monde

Alors que les prévisions démographiques devraient être examinées avec prudence (par exemple, le *US Census Bureau* a récemment changé ses prévisions d'il y a deux ans selon lesquelles la population de l'Afrique du Sud augmenterait de 6 millions de personnes d'ici 2005, pour les remplacer par des prévisions d'une perte de presque 9 millions de personnes en raison du virus du sida), il existe un consensus général comme quoi les habitants du monde vieillissent selon un rythme sans précédent dans l'histoire.

D'ici 2050, le nombre de personnes plus âgées à l'échelle mondiale dépassera celui des jeunes (de moins de 15 ans) pour la première fois dans l'histoire, la population mondiale de personnes âgées d'au moins 65 ans comptant pour presque 16 %, par rapport à 7 % en l'an 2000.

⁹ *Long term global demographic trends: reshaping the geopolitical landscape*, CIA, 2001. Mise en garde: ce rapport a été produit avant le 11 septembre 2001.

¹⁰ *ibid.*

¹¹ Statistique Canada: http://www12.statcan.ca/francais/census01/products/analytic/companion/abor/canada_f.cfm

À l'heure actuelle, les personnes de plus de 65 ans représentent entre 20 % et 30 % de la population de 20 et 64 ans dans les pays du G7. Cette proportion atteindra de 35 % à 50 % d'ici 2030 et 40 % à de 70 % d'ici 2050 si les tendances actuelles se poursuivent.

Plusieurs régions du monde, telles que l'Europe, le Japon, la Russie et la Chine seront confrontées à l'incidence la plus immédiate du vieillissement. En plus d'une instabilité politique accrue et de changements culturels importants, le vieillissement engendrera éventuellement une croissance économique ralentie, les marchés des capitaux, les investissements et le commerce en étant les plus touchés. Même les régions dont la population est la plus jeune, soit l'Amérique latine, l'Asie et l'Afrique, auront des populations importantes de personnes âgées.

Au Canada, d'ici 2026, un Canadien sur cinq aura au moins 65 ans, soit une augmentation par rapport à une personne sur vingt en 1921 et une personne sur huit en 2001.¹² Au cours des décennies à venir, la population canadienne devrait vieillir plus rapidement que celle des autres pays industrialisés. Au cours des quatre prochaines décennies, la croissance de la population des personnes âgées comptera pour presque la moitié de la croissance de la population globale du Canada. La croissance de la population canadienne stagnera – et pourrait même subir un déclin – d'ici 2026 si nos taux d'immigration n'augmentent pas de façon considérable.

L'influence au niveau de la société qu'aura la Grande Génération¹³ augmentera considérablement. D'ici 2020, les membres de cette génération auront entre 54 et 68 ans. Plusieurs d'entre eux seront à la retraite mais travailleront encore. Ils seront devenus la génération dominante sur le plan psychologique au Canada; ils posséderont la plupart des éléments d'actif, du pouvoir et de l'influence, et constitueront la première génération de l'histoire dont la majorité de sa cohorte sera titulaire d'un diplôme d'études secondaires. La Grande Génération favorisera la transformation de la culture canadienne dans sa forme post-industrielle puisqu'elle sera davantage disposée à abandonner le passé, d'une manière que des générations plus âgées trouvaient impossible.

Plus de 40 % des propriétaires de PME canadiennes, soit environ 400 000 personnes, ont l'intention de prendre leur retraite au cours des cinq prochaines années et moins d'un tiers de ces personnes ont des plans de relève officiels. Ces entreprises, qui sont souvent familiales, comptent pour presque la moitié de l'économie canadienne et les changements pourraient perturber deux millions d'emplois dans l'envergure du pays.

La manière dont les pays composent avec leurs tendances au vieillissement sera fortement touchée par le degré d'activité et de productivité de la population de personnes âgées au sein de la main-d'oeuvre. Si les progrès en matière de biotechnologie et de soins de santé se poursuivent, et que les personnes âgées sont incitées à continuer leur vie active, ce groupe (composé des personnes âgées les plus jeunes, qui ont moins de 80 ans et qui sont généralement en meilleure santé) pourrait en fait constituer un nouvel ensemble de consommateurs (ou d'épargnants) dotés d'une vie productive plus longue. Ce phénomène entraînerait une croissance économique supplémentaire et une prospérité continue, ainsi qu'une qualité de vie améliorée.

¹² Santé Canada en collaboration avec le Comité interministériel sur le vieillissement et les aînés, *Vieillir au Canada*, Ottawa, 2002.

¹³ Par cette expression, John Kettle désigne les quelques 400 000 personnes nées au Canada chaque année entre 1952 et 1966. Il s'agit d'une expression bien plus précise que l'expression courante « baby boomers ». Se reporter à *The Big Generation*, 1980, McClelland and Stewart Limited, Toronto.

L'évolution démographique entraînera des changements quant aux attentes des consommateurs, particulièrement en ce qui a trait aux transports, à l'agroalimentaire (un intérêt sera manifesté à l'égard des nutraceutiques, des aliments fonctionnels et de la bioagriculture, intérêt qui sera alimenté par la compréhension du consommateur du lien entre le régime alimentaire et la santé et la population vieillissante), à la construction (urbanisation accrue; meilleure construction de résidences secondaires; augmentation du nombre requis de maisons plus petites), aux TI (une grande population vieillissante et un jeune marché qui s'exprime, les deux ayant des besoins divergents mais une influence considérable dans un marché de plus en plus fragmenté), ainsi qu'à la santé et aux produits pharmaceutiques.

D'autres régions du monde font face à une explosion démographique chez les jeunes

Les pays les plus pauvres du monde et souvent les plus instables sur le plan politique, notamment l'Afghanistan, le Pakistan, la Colombie, l'Irak, Gaza et le Yémen, auront les populations les plus importantes de jeunes (entre 15 et 29 ans) jusqu'en 2020. Ces pays, pour la plupart, ne disposent pas des ressources économiques, institutionnelles ou politiques nécessaires pour intégrer efficacement les jeunes dans la société. L'Afrique subsaharienne fera face à l'explosion démographique la plus importante chez les jeunes jusqu'en 2020. Comme les taux de fertilité demeurent relativement élevés, des pressions continueront de s'exercer sur les infrastructures d'éducation, des soins de santé, de l'hygiène et de l'économie. Il deviendra plus difficile pour les économies mondiales de prospérer sans qu'il y ait des améliorations de l'éducation et des réformes économiques dans les pays dotés des populations les plus importantes de jeunes.

L'Organisation mondiale du travail estime que la force ouvrière mondiale augmentera de presque un milliard de personnes au cours de la prochaine décennie, la plupart de la croissance provenant des pays en développement. Cette croissance exercera une pression considérable sur des économies déjà affaiblies pour qu'elles créent des centaines de millions d'emplois pour cette population plus jeune. L'instabilité politique rendra difficile la production d'une croissance économique et la promotion des investissements étrangers et nationaux nécessaires afin de créer ces emplois. La pénurie d'emplois de niveau débutant chez les professionnels constituera une préoccupation particulière. Le chômage au Moyen-Orient, par exemple, est le plus important parmi les jeunes habitants en milieu urbain semi-éduqués qui ont bénéficié d'une éducation suffisante pour augmenter leurs attentes et aspirations, et les rendant ainsi réticents à accepter des emplois manuels dont le statut est perçu comme peu élevé.

Les besoins du monde industrialisé en matière de main-d'œuvre toucheront les tendances à la mobilité

L'évolution démographique fera en sorte que plusieurs pays industrialisés recherchent une croissance considérable grâce à une immigration en provenance de la Chine, de l'Inde, du Pakistan, des Philippines et d'autres économies en transition. La migration de certains pays (p. ex., l'Inde) ralentira au fur et à mesure que les conditions de travail et de vie s'améliorent dans ces pays et que davantage de débouchés se créent pour le travail virtuel.

Les gouvernements dont les populations sont vieillissantes auront de la difficulté à établir un équilibre entre le besoin d'intégrer de nouveaux immigrants et la résistance politique, à l'échelle nationale aux changements sociaux causés par cette immigration accrue. Par exemple, le Japon manifestera le plus grand besoin d'immigrants mais fera face aux plus grands obstacles politiques à l'augmentation de l'immigration, en raison de l'accent traditionnellement mis sur l'homogénéité ethnique et culturelle. Les gouvernements dans les pays en développement feront vraisemblablement également face à une opposition politique à une immigration excessive vers les pays développés, puisque l'immigration les privera de certains de leurs

bassins déjà réduits d'élites fortement éduquées, ce qui leur rendra plus difficile la tâche de produire une plus grande croissance et de « rattraper » le monde industrialisé. Par contre, si la Chine, l'Inde et l'Europe de l'Est continuent sur la même voie que celle sur laquelle ils se sont engagés, il existera de plus grandes possibilités sur le plan national pour les jeunes les plus brillants. Le Canada pourrait, par conséquent, subir une fuite des cerveaux à la fois de Canadiens et d'immigrants dotés de grandes compétences qui retourneraient dans leur pays d'origine. Comme il s'agit habituellement de jeunes, cette situation intensifierait le vieillissement du Canada.

L'évolution des tendances quant au lieu d'installation des populations aura des incidences culturelles et sociales profondes (changements quant à l'usage de la langue, des croyances religieuses et des normes culturelles) dans plusieurs pays, dont les États-Unis (d'ici l'an 2020, un résident sur cinq aux États-Unis sera de souche hispanophone) et au Canada.

Problématiques géopolitiques et sociales

La place qu'occupe le Canada dans le monde est en déclin

Notre place dans le monde joue un rôle primordial dans le cadre de notre avenir social et économique. Le Canada a traditionnellement joué un rôle plus important sur le plan international qu'il ne devrait en fonction de sa taille. Il a exercé davantage d'influence que ce que l'on attendrait en fonction de sa taille ou de son rendement. Cette influence a été fonction ses rapports « familiaux » avec le Royaume-Uni et les États-Unis et de ses capacités sur les plans humains, institutionnels, technologiques et financiers. Ces rapports « familiaux » ont fléchi et le Canada risque de devenir un « vagabond de rue » international. Par exemple, le Canada est mal positionné dans l'éventualité d'une lutte grave entre la Chine et les États-Unis.

Les Canadiens doivent procéder à de nouveaux investissements afin de réaffirmer leur place dans le monde, pour au moins trois motifs. Premièrement, le nombre d'intervenants efficaces sur le plan international, soit les gouvernements, les organismes, les sociétés et les organisation non gouvernementales (ONG), est en croissance. Si nous ne prenons pas de mesures compensatrices, au fil du temps, notre voix sera de plus en plus faible. Deuxièmement, le Canada ne s'assure pas de jouer un rôle de meneur dans le cadre de questions essentielles, ce qui cause une érosion supplémentaire à sa réputation comme partenaire fiable sur qui on peut compter pour tenir ses engagements. En dernier lieu, le Canada commence à être traité d'incubateur à la fois pour des personnes de qualité exceptionnelle et des sociétés efficaces qui s'en vont par la suite et connaissent un essor ailleurs. Si ces tendances ne sont pas enrayerées, les personnes les plus compétentes et les plus brillantes du monde pourraient n'être nullement motivées à venir ici et les nôtres pourraient n'avoir aucune raison de rester.

Les revendications fondées sur la religion pourraient modifier la société

Même si l'État-nation continuera d'être l'unité dominante de l'ordre mondial jusqu'en 2020, elle perd du terrain par rapport aux regroupements commerciaux et religieux comme source primaire d'identité. L'Occident « moderne et laïque » n'a pas encore internalisé la mesure dans laquelle son hégémonie sera expressément mise au défi par d'autres identités, qu'elles soient chrétienne, islamique, confucéenne ou autres, et qui auront une incidence sur la façon dont l'Occident évoluera au cours de la période allant jusqu'à 2020. Le débat sur le rôle de la loi islamique traditionnelle, soit la *charia*, en constitue un exemple.

Tous les pays seront mis au défi de trouver de nouvelles formes de gouvernance

Une crise est imminente sur le plan de la gouvernance mondiale. Les forces qui engendrent le changement créent des conditions complexes en évolution rapide qui s'alimentent et se renforcent les unes les autres, produisant parfois des forces inattendues pour lesquelles nous sommes presque totalement non préparés, c'est-à-dire des conditions avec lesquelles nous ne savons pas composer. Les sociétés ne sont pas préparées et la structure de gouvernance est mal étoffée pour parer à ces éventualités.

En grande partie, tout dépend des choix qu'opère le Canada. Dans le cadre de son examen mené en 2004, intitulé *The Challenge of Long Term Policy Analysis* (Le défi que pose l'analyse politique à long terme), la Rand Corporation a déclaré ce qui suit : « [TRADUCTION] *Notre monde est confronté à des transitions rapides et susceptible d'être profondes... Il est de plus en plus manifeste que les décisions d'aujourd'hui pourraient jouer un rôle décisif à savoir si le XXI^e siècle offre paix et prospérité ou crise et effondrement* ». Les décisions prises aujourd'hui donnent le ton pour la sécurité (humaine) dont nous « jouirons » à l'avenir.

Contexte social en évolution

La plupart des sociétés existantes, y compris le Canada, sont bien structurées pour assurer la stabilité, mais non en vue de composer avec un changement important au niveau de la société. Toutefois, la réalité est que nous sommes confrontés à des conditions en émergence qui sont à la fois fondamentalement nouvelles et cruciales. Ce mésappariement est la question la plus pressante à laquelle fera face le Canada au XXI^e siècle.

Il existe une réciprocité entre une culture et les tendances à la sensibilisation selon lesquelles vivent les personnes au sein de cette culture; l'une évolue au diapason de l'autre. Au XX^e siècle, l'hypothèse générale voulait que l'avenir appartienne à la culture industrielle occidentale et soit défini par celle-ci, par ses technologies, par son économie et par sa vision mondiale. Une telle optique ne constitue plus un « pari sûr ». Par exemple, les mouvements antimondialisation et anticapitalisme ont fait des gains au cours de la dernière décennie. D'autres modèles de commerce, notamment l'échange équitable (c.-à-d., qu'il y ait augmentation du sens de la responsabilité sociale), feront leur apparition et la demande croîtra pour que les systèmes économiques soient affectés au soulagement de la pauvreté et de la faim et à la réduction des préoccupations en matière d'environnement.

La conscience et les aspirations humaines comme moteur du changement social

Typiquement, on a fait fi de l'évolution de la sensibilité ou de la conscience humaine comme moteur de changement; toutefois, « *notre perspective du monde façonne notre comportement* ». Des changements subconscients se produisent à la sensibilité humaine, par exemple, lorsqu'une nouvelle technologie est intégrée dans une culture, soit une technologie porteuse d'une conscience qui, d'une façon ou d'une autre, est contraire à l'état existant de la culture. L'émergence d'Internet au sein de notre propre culture et son incidence sur la Chine en sont un exemple. L'informatique libre et poste-à-poste constituera une source principale de changement de conscience au XXI^e siècle et elle commence tout juste à faire son apparition.

Les changements suivants dans la façon dont nous considérons le monde semblent faire leur apparition au début du XXI^e siècle :

Évolution du cas par cas vers des systèmes/écologies : Par défaut, les cultures ont tendance à composer avec les événements un à la fois, en ordre consécutif, mais le monde devient de plus en plus complexe, ce qui nécessite une méthodologie systémique.

Évolution de rôles circonscrits par la collectivité vers des rôles individuels assortis de choix et d'interdépendance : Tant que nos rôles et comportements étaient liés à des traditions que l'on ne pouvait défier, peu de choix s'offraient pour ce qui est de savoir comment nous comporter. Toutefois, il y a eu évolution vers une participation de plus en plus importante dans la définition de son rôle et même de soi. Il s'agit d'une démarche nécessaire à la collaboration avec d'autres, et par leur entremise, en tant qu'êtres interdépendants qui créons ensemble notre société et notre avenir.

Évolution de l'état statique à l'état dynamique et de vérités uniques vers des perspectives multiples : Ce qui était autrefois vrai peut ne pas l'être à un autre moment dans l'histoire. L'avantage est que cette tendance n'est pas nécessairement notre destinée; notre avenir est plus ouvert que ce que nous osions croire. Nous devons examiner ce que nous savons en partant d'autant de perspectives que possible.

Évolution du linéaire vers le non-linéaire : Le changement linéaire signifie que nous sommes en mesure de savoir exactement où nous sommes et à quoi s'attendre ensuite. Le changement non linéaire signifie qu'il nous faut abandonner l'illusion du contrôle, que nous devons anticiper ce qui se produira sans pour autant savoir quand. Il y aura davantage de changements non-linéaires dans notre avenir que dans notre passé immédiat.

Évolution de la surface vers plusieurs profondeurs : La citation célèbre d'Einstein, soit « Nous ne pouvons résoudre les problèmes en ayant recours à la même façon de penser que celle que nous avons employée au moment où nous les avons créés », constitue une incitation à élaborer des perspectives multidimensionnelles du monde. Les nouvelles sciences et technologies, par exemple la recherche sur les cellules souches, nous mettent au défi de reconnaître les incidences sociales complexes qui découlent des découvertes.

Ces changements contribuent à une perte de confiance à la fois dans les institutions et dans les responsables au pouvoir, dans toutes les sociétés occidentales.

Les moteurs de l'évolution de la conscience

Chacun des moteurs de changement suivants de la sensibilité ou de la conscience humaine a tendance à renforcer les changements indiqués ci-dessus :

Éducation : La poursuite de la scolarité jusqu'aux dernières années de l'enseignement secondaire et jusqu'aux premières années universitaires cultive un sentiment d'indépendance psychologique ainsi qu'une faculté de réflexion. Pour la première fois dans l'histoire, la génération qui exerce la plus grande influence et qui est propriétaire de la plupart des biens sera beaucoup *moins* susceptible que toute génération qui l'a précédée de militer pour le maintien du statu quo, juste parce qu'il s'agit de la façon dont les choses ont évolué traditionnellement. Cette tendance pourrait se traduire par une plus grande compréhension des S-T mais également par des préoccupations plus importantes concernant les incidences sur la société qu'auront les nouvelles technologies.

Sciences : Le fait que les sciences expérimentales et la philosophie des sciences s'éloignent de la certitude continuera à constituer un moteur principal du changement social.

Technologies de communication mondiale : Déjà les communications ont lieu indépendamment de la distance. Notre portée habituelle dépasse notre collectivité, notre groupe ethnique et notre pays. Les citoyens mondiaux ne peuvent faire leur apparition en

nombre considérable en l'absence de communications mondiales abordables et faciles à utiliser. Les deux font déjà partie de notre réalité, ce qui ne fera qu'intensifier et accélérer la venue d'une nouvelle conscience.

Voyages à l'échelle mondiale : Les voyages ont tendance à élargir l'esprit et à atténuer les jugements qu'on porte à l'égard des autres, ce qui, en soi, suffit à les encourager. Les voyages constituent l'une des activités dont la croissance est la plus rapide et ils connaîtront une accélération au cours de la période comprise entre 2005 et 2020.

Regroupements d'intérêts : Compte tenu de ce qui précède, les personnes qui partagent un intérêt ou un point de vue déterminé peuvent relativement facilement trouver une autre personne qui partage les mêmes affinités. Il est davantage vraisemblable aujourd'hui que des idées diverses et des renseignements nouveaux soient explorés, mis à l'épreuve ou adoptés.

Économie axée sur les connaissances : Le maintien de la réussite exige maintenant que l'on dispose de la capacité de réflexion nécessaire pour établir si les connaissances qu'on applique suffisent à la tâche en fonction des meilleures connaissances disponibles et de la qualité des connaissances auxquelles ont recours les concurrents. Une économie axée sur les connaissances met au défi chaque établissement, tel que le CNRC, de réexaminer la conscience selon laquelle elle conçoit son avenir.

Expérience personnelle : Ce dernier moteur du changement de la conscience humaine est la somme des moteurs qui précèdent. La conscience humaine est profondément personnelle. Il suffit souvent d'être assujéti à une expérience forte pour déloger d'anciennes façons de voir les choses et des convictions profondément ancrées. Un nombre croissant de personnes cherchent à forger une nouvelle voie pour elles-mêmes et leur regroupement d'intérêts.

Nécessité du renforcement de la sécurité

L'interdépendance mondiale en croissance rapide apporte de nouvelles menaces et vulnérabilités en même temps que les nouveaux choix et les nouvelles possibilités qui voient le jour. Au cours de la dernière décennie et demie, le paysage de la sécurité internationale a changé et nous sommes entrés dans la « nouvelle instabilité mondiale ». De nombreuses tensions ethniques et religieuses se sont déclarées. De plus en plus, notre milieu devient volatil. Nous sommes confrontés à des menaces de pandémies et de maladies telles que le VIH/SIDA. Il est vraisemblable qu'il y ait une intensification des conflits au sujet des ressources naturelles qui diminuent. Le crime organisé transnational est à la hausse. L'activité cybernétique hostile augmente. Il n'est donc pas surprenant que le monde aujourd'hui soit obsédé par la sécurité ou par son absence. Dans une certaine mesure, la « sécurité » oriente notre perception du monde et notre réaction au sein de celui-ci.

Les menaces permanentes à la sécurité remettent en cause notre notion du risque et de la stabilité

L'Organisation de Nations Unies (ONU) fait état de six « grappes de menaces » dont le monde devrait se préoccuper au cours des décennies à venir¹⁴ :

- la guerre entre les États;
- la violence au sein des États, y compris les guerres civiles, les abus des droits de la personne à grande échelle et le génocide;
- la pauvreté, les maladies infectieuses et la dégradation de l'environnement;

¹⁴ *Un monde plus sûr : Notre affaire à tous*, Rapport du Groupe de personnalités de haut niveau sur les menaces, les défis et les changements du Secrétaire général de l'ONU, 2004 <http://www.un.org/french/secureworld/>

- les armes nucléaires, radiologiques, chimiques et biologiques;
- le terrorisme;
- le crime organisé transnational.

Ces menaces sont reprises dans la publication intitulée *Protéger une société ouverte : la politique canadienne de sécurité nationale*¹⁵, laquelle a été déposée auprès du Parlement le 27 avril 2004. Toutefois, d'autres études stratégiques sont parvenues à des conclusions différentes, la guerre entre les États, par exemple, ne se classant nullement près du début de l'énumération.

D'autres États seront issus des « nations » qui existent en bien plus grand nombre et disposent du droit démocratique à l'autodétermination. Nombre de ces nations aspirent à devenir État et ces luttes posent souvent des problèmes sur le plan de la sécurité. Les armes et les engins nucléaires sont perçus comme des menaces considérables à la sécurité. Les engins nucléaires en état de décrépitude (p. ex., en Russie) sont également source de préoccupation.

L'érosion de la capacité de l'État de composer avec la privatisation des conflits (terrorisme) affaiblit la sécurité du monde malgré le fait qu'une proportion importante de la main d'oeuvre mondiale participe à des activités liées à la sécurité (selon les estimations, entre 1/12 et 1/8 de la main d'oeuvre mondiale). La guerre moderne fait moins intervenir le déploiement de troupes et davantage la collecte de renseignements et la lutte contre un différent genre d'ennemi.

Au fur et à mesure que les problèmes de sécurité s'intensifient, les tensions apparaissent

Il semble exister une nouvelle ère d'anxiété, causée par la pauvreté endémique, les transitions économiques nées dans la convulsion qui causent une inégalité croissante et un taux élevé de chômage, le crime international, la prolifération d'armes mortelles, les mouvements de population à grande échelle, les catastrophes naturelles à répétition, l'effondrement des écosystèmes, les maladies transmissibles nouvelles et celles qui refont leur apparition, ainsi qu'une concurrence croissante portant sur les ressources terrestres, l'eau et les autres ressources naturelles¹⁶. Qui plus est, le monde est de plus en plus confronté à des conflits relevant de différences religieuses, lesquels sont dominés par des luttes entre fondamentalistes religieux.

Les méga-villes croissent habituellement plus vite que n'anticipent les gouvernements locaux. Une forte densité de population, l'inégalité de la distribution des revenus et la gestion à mauvais escient des services sociaux, phénomènes qui sont tous répandus dans les méga-villes, sont considérés comme des foyers de soulèvement social.

Les déséquilibres démographiques constituent une force déstabilisatrice importante. Dans les pays déchirés par des guerres civiles, par exemple l'Afrique, le Moyen-Orient et l'Asie centrale et du Sud, les migrations et le terrorisme font irruption. Ces pays d'un nombre importants d'adolescents ayant accès à des débouchés restreints en matière d'enseignement et d'économie; ils sont en outre caractérisés par des différences ethniques et religieuses et par un effondrement des systèmes sociaux et écologiques sur lesquels la population dépend, ce qui engendre des troubles sociaux. Ils font face à un dilemme typique : ils ont besoin

¹⁵ Pour consulter la politique de sécurité nationale, se reporter http://www.pco-bcp.gc.ca/default.asp?Language=F&page=publications&sub=natsecurnat&doc=natsecurnat_f.htm

¹⁶ Site Internet de World Watch Institute : <http://www.worldwatch.org/features/security/>

d'investissements étrangers afin d'assurer l'emploi de leurs citoyens, mais sont incapables de les attirer parce que leurs jeunes sans emploi fomentent la dissidence et créent des milieux instables.

Le profond sentiment d'insécurité qui s'est ancré dans le monde depuis au moins les trois dernières années pourrait même s'accroître au cours des années à venir. La sécurité nationale couvre maintenant bien plus que la simple surveillance et le contrôle des frontières. Elle vise également à protéger les citoyens et l'infrastructure essentielle contre des désastres naturels ou provoqués par l'être humain qui peuvent éventuellement survenir. Les tensions mondiales demeureront à la une des préoccupations internationales et façonneront les démarches prises, dont plusieurs toucheront le Canada. Par exemple, le Canada est touché par les décisions prises par les États-Unis en matière de sécurité; la dernière manifestation est qu'aucun aéronef ne peut survoler l'espace aérien américain sans qu'une liste complète des passagers n'ait été intégralement divulguée aux instances américaines. Des décisions semblables ont été prises au sujet des contrôles à la frontière et des passeports.

Les défis environnementaux auxquels font face les nations seront source de conflits et de tensions

La perspective que la production pétrolière mondiale amorce un long déclin au cours de la prochaine décennie, juste au moment où des pays d'envergure tels que la Chine et l'Inde revendiquent leur droit aux réserves qui restent, alimentera les tensions. L'on s'attend à ce que les causes environnementales des conflits revêtent davantage d'importance au fur et à mesure que la détérioration de l'environnement augmente le nombre de réfugiés environnementaux, ce qui, à son tour, accroît le nombre et l'ampleur des conflits liés à la migration.

Les cybermenaces déstabiliseront les collectivités et perturberont les économies

Les regroupements d'intérêts deviennent vulnérables au cyberterrorisme, aux pannes d'électricité et à la pollution par l'information. La probabilité d'une attaque catastrophique, soit une attaque qui donne lieu à des dommages à l'échelle mondiale dépassant 100 milliards de dollars en conséquence d'une chaîne d'événements reliés, a augmenté en flèche, passant de 2,5 % en 2003 à 30 % en 2004¹⁷. La sécurité des systèmes et de l'infrastructure des TI (le vol d'identité, les dénis de service, la prolifération des virus informatiques et le cybercrime, lesquels sont tous à la hausse) engendrent des coûts économiques importants pour tous les secteurs de l'économie, particulièrement puisque la croissance prévue du commerce électronique est de 25 % par an.

La sécurité des systèmes financiers dans certains pays est également à risque

La sécurité et la durabilité de certains aspects des systèmes bancaires dans certains pays (dont la Chine, certains pays asiatiques et certains pays d'Amérique latine) sont perçus comme problématiques par certains auteurs – les faillites bancaires déstabilisent les collectivités et perturbent considérablement les modes de commerce.

Même si le risque que le Canada soit exposé à l'échelle nationale à des menaces fondées sur des conflits est minime et même si les victimes devraient être de faible envergure, la proximité des États-Unis peut entraîner certains défis sur le plan de la sécurité. Le Canada doit s'assurer que ses systèmes énergétiques, hydrauliques et de ressources naturelles sont protégés contre les risques et les menaces à la sécurité.

¹⁷ 2004 *State of the Future*, Jerome C. Glenn and Theodore J. Gordon, publié par le American Council for the United Nations University (2004) <http://www.acunu.org/millennium/sof2004.html>

Caractéristiques des S-T en 2020

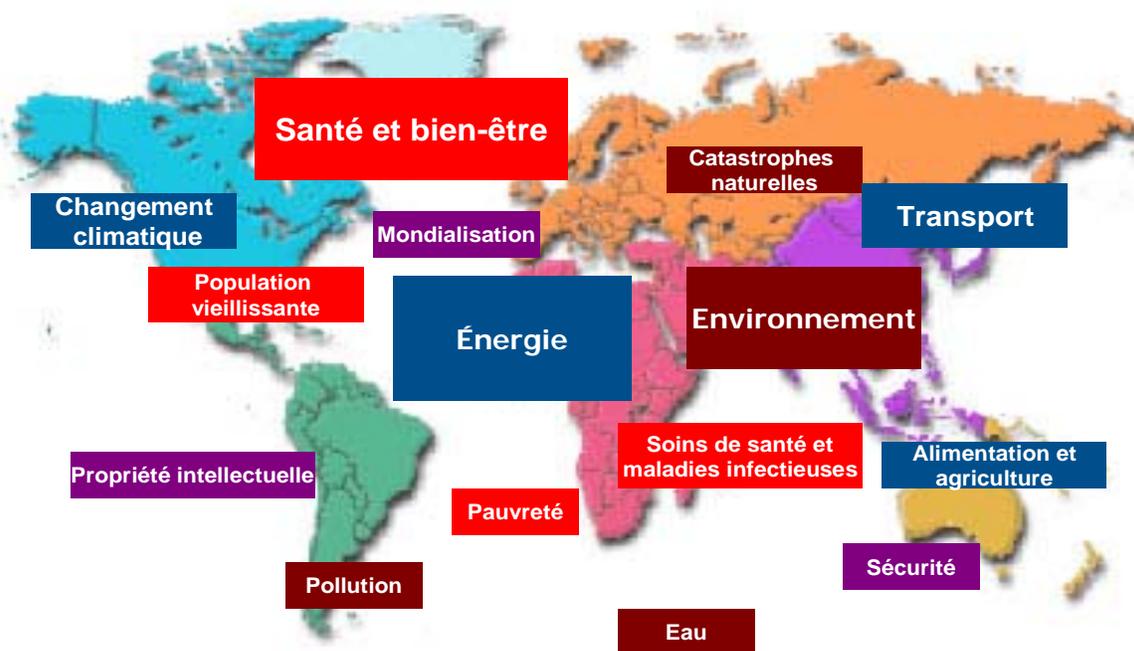
De quel genre de sciences et de technologies le Canada a-t-il besoin en 2020 pour réussir dans le contexte des forces qui refaçonnent notre monde et des problèmes complexes auxquels nous devrons faire face?

Au nombre des caractéristiques qui permettront de définir en partie les S-T en 2020, mentionnons les suivantes :

1. **Elles seront intégrées au contexte social** : elles seront élaborées dans le contexte d'une compréhension de l'évolution de la science et de son interaction avec la société et les humains.
2. **Elles seront réfléchies** : elles seront disciplinées, et ouvertes, feront l'objet d'essais par des tiers et seront dotées d'une conscience critique de soi.
3. **Elles varieront en termes d'ampleur et d'envergure** : elles comporteront de nombreuses échelles, portées, intentions et techniques, et seront dotées d'outils et d'emplacements divers afin servir à des expériences scientifiques alimentées par la curiosité ou fondées sur des projets, qu'il s'agisse de la « grande science » ou de projets de moindre envergure.
4. **Elles seront axées sur le développement humain** : elles se concentreront sur le potentiel d'apport au développement humain continu.
5. **Elles seront articulées autour de problèmes importants** : elles feront intervenir une méthodologie multidisciplinaire pour aborder les problèmes stratégiques.
6. **Elles seront d'envergure mondiale** : elles permettront de collaborer avec les meilleurs esprits du monde et d'agir dans l'intérêt de l'ensemble de la planète.
7. **Elles seront transparentes** : elles respecteront les exigences imposées par une plus grande transparence et reddition de comptes.
8. **Elles seront axées sur les connaissances pratiques** : elles seront axées sur l'intégration de l'information dans l'usage ordinaire au sein de notre société et de notre économie et d'assurer cette intégration le plus rapidement possible.
9. **Elles seront dotées d'un aspect prévisionnel** : la pratique de la prévision stratégique y sera inhérente.
10. **Elles seront dotées d'une orientation sélective** : elles permettront de collaborer, de tirer des leçons des travaux réalisés par des tiers et de tableer sur ces travaux, et se concentreront sur les aspects qui revêtent de l'importance pour les Canadiens.

PARTIE 2 : PROBLÉMATIQUES MONDIALES TOUCHANT LE CANADA

La mondialisation, soit « l'interconnexion croissante qui se traduit par l'accroissement du flux d'informations, de technologies, de capitaux, de biens, de services et de personnes partout au monde », est une force tellement omniprésente qu'elle façonnera pour l'essentiel toutes les autres tendances principales du monde de 2020. Même si cette interconnexion de croissance économique et d'innovation technologique a fait en sorte qu'il soit possible pour que trois à quatre milliards de personnes puissent jouir aujourd'hui de conditions de santé et de vie relativement bonnes, l'avenir du monde à long terme pourrait poser des problèmes à moins d'une amélioration de nos comportements financiers, économiques, environnementaux et sociaux de concert avec nos technologies industrielles. Après avoir examiné divers thèmes axés sur des problèmes mondiaux, selon l'énumération qui figure dans le graphique ci-dessous, il est apparu clairement que se démarquent trois thèmes essentiels sur lesquels le monde sera axé au cours des 5 à 15 prochaines années, soit l'énergie, l'environnement, et la santé et le bien-être.



Énergie

Survол

Certains diraient de l'énergie qu'il s'agit du problème primordial auquel doit faire face l'humanité au cours des 50 prochaines années¹⁸, et d'autres suggèrent qu'une fois que cette question

¹⁸ R. E. Smalley, Rice University, allocution prononcée au 27^e Illinois Junior Science and Humanities Symposium, le 3 avril 2005, <http://cohesion.rice.edu/NaturalSciences/Smalley/emplibary/040305%20Illinois%20Science%20Symposium.ppt>

réglée, nous serons dans la bonne voie pour régler toutes les autres. Selon la publication *Perspectives énergétiques mondiales 2004* de l'Agence internationale de l'énergie, si les gouvernements conservent les politiques en vigueur au milieu de 2004, les besoins en matière d'énergie du monde seront presque 60 % plus élevés en 2030 qu'ils n'étaient en 2004. Les combustibles fossiles continueront à dominer l'agencement énergétique mondial, et permettront de combler les besoins causés par l'augmentation de l'utilisation globale de l'énergie.¹⁹ Certains prédisent que le point culminant Hubbert²⁰ sera atteint d'ici 2010 (p. ex., Exxon Mobil Corporation), tandis que d'autres disent que nous l'avons déjà franchi et d'autres encore suggèrent que ceci ne se produira pas avant 2035.

Dans l'ensemble, les ressources énergétiques non renouvelables de la terre semblent plus que suffisantes pour combler les besoins bien au-delà de 2020, même si on sait moins bien dans quelle mesure il sera coûteux et préjudiciable d'extraire et de livrer ces ressources aux consommateurs. Au fur et à mesure que la Chine, l'Inde et d'autres économies gagnent en force, la concurrence mondiale à l'égard de l'approvisionnement énergétique croîtra. De graves préoccupations en matière de sécurité énergétique pourraient faire surface, engendrant une sensibilité à la vulnérabilité de la perturbation de l'approvisionnement. Par ailleurs, la vulnérabilité aux perturbations de l'approvisionnement pourrait diminuer au fur et à mesure que d'autres options (des méthodes et des moyens) existeront afin d'assurer cet approvisionnement. D'une façon ou d'une autre, une source fiable d'énergie sera essentielle pour les pays qui importent leur énergie, par exemple les États-Unis, la Chine, le Japon et l'Europe.

En outre, les méthodes actuelles de production et d'utilisation énergétiques ont une incidence préjudiciable sur notre environnement – les émissions de gaz à effet de serre contribuent aux changements climatiques et les déchets de la production énergétique constituent un polluant important. En conséquence, la nécessité de trouver des sources d'énergie non polluantes revêt une importance de plus en plus considérable.

Production et consommation énergétiques

Même s'il y a consensus quant au fait que l'approvisionnement mondial en combustibles fossiles durera jusqu'en 2020, l'attention porte néanmoins sur l'amélioration de l'efficacité et du coût de leur extraction, tout en diminuant le fardeau environnemental qui découle de ces activités.

Il y aura vraisemblablement une résurgence de l'énergie nucléaire comme solution en matière d'approvisionnement aux besoins croissants en énergie. La Chine et la France ont déjà adopté cette technologie (la Chine s'attend à doubler sa proportion d'électricité fournie par la production nucléaire d'ici 2020, ce qui se traduira par la mise sur pied de 30 nouvelles centrales). Toutefois il y a résistance à l'électricité nucléaire de la part de plusieurs groupes environnementaux, qui sont préoccupés par les menaces que posent les centrales nucléaires aux collectivités et par le problème de l'élimination des déchets nucléaires.

Partout dans le monde, les technologies requises pour l'énergie solaire, éolienne et des vagues sont en voie d'élaboration. La technologie des piles à combustible réalise des progrès. Des

¹⁹ *Perspectives énergétiques mondiales 2004* de l'Agence internationale de l'énergie.
<http://www.iea.org/textbase/npsum/WEO2004SUM.pdf>

²⁰ La théorie du point culminant Hubbert, que l'on appelle également le point culminant pétrolier, est une théorie qui revêt beaucoup d'influence concernant le rythme de production et d'épuisement à long terme du pétrole traditionnel et d'autres combustibles fossiles. Elle prédit que la production pétrolière mondiale atteindra bientôt un point culminant et chutera rapidement par la suite.

applications géothermiques et hydrologiques font également l'objet d'une exploration. Même si l'on ne s'attend pas à ce que ces nouvelles technologies deviennent une source principale de l'énergie mondiale d'ici 2020, les progrès réalisés dans leur élaboration marquent le début d'une plus grande conscience de la durabilité, des incidences environnementales et de la sécurité énergétique.

Les pays industrialisés trouvent de plus en plus difficile de combler les besoins énergétiques par l'entremise de centrales de production importantes dont l'emplacement est centralisé. Nous évoluerons probablement vers une énergie distribuée, soit un système réseauté de centrales de production de petite envergure (centrales solaires unifamiliales, centrales de biogaz desservant une ferme unique), de moyenne envergure (génératrice de bioénergie, petite centrale hydroélectrique) et de grande envergure, la plupart sinon toutes, faisant l'apport d'électricité à un réseau électrique.

Les nombreux produits et processus qui donnent lieu à une réduction de la consommation énergétique deviendront davantage répandus : davantage d'immeubles ayant une forte isolation; des véhicules hybrides plus efficaces; et des possibilités de coproduction énergétique assorties de processus permettant une forte consommation énergétique (p. ex., une fabrique de ciment).

Le contexte canadien

Pour l'heure, le secteur énergétique est une composante clé de l'économie canadienne, contribuant pour plus de 7 % à notre PIB et procurant de l'emploi à près de 300 000 Canadiens. Le Canada se classe présentement au cinquième rang des plus grands producteurs énergétiques du monde – seuls les États-Unis, la Russie, la Chine et l'Arabie saoudite le dépassent²¹. Les réserves de pétrole du Canada, qui totalisent 180 milliards de barils, sont les deuxièmes au monde, ce qui permet au Canada de devancer l'Irak et l'Iran et de se classer derrière l'Arabie saoudite.²² Environ 40 % de la production énergétique primaire du Canada vise présentement le gaz naturel. Le pétrole et l'hydroélectricité comptent chacun pour un peu moins de 20 % du marché tandis que le reste de la production se répartit entre le charbon et l'énergie nucléaire. Le Canada est le quatrième fournisseur étranger en importance d'énergie aux États-Unis. Même si les besoins en matière d'énergie au Canada sont en croissance, ses vastes ressources naturelles – pour la plupart inexploitées – fourniront un approvisionnement en énergie suffisant pour de nombreuses années à venir²³.

Le Canada dispose d'un avantage pour ce qui est de l'énergie nucléaire. Nous sommes l'un de quatre fournisseurs clés d'énergie nucléaire (de concert avec le Royaume-Uni, la Russie et les États-Unis et la France) et l'une des grandes puissances en matière de recherche nucléaire au monde et l'un des rares pays qui vendent des réacteurs de production d'électricité. À l'échelle nationale, l'énergie nucléaire produit environ 1/8 de l'électricité du Canada.

Ayant déjà fait face à des contraintes énergétiques au Québec et en Ontario, le Canada accélérera vraisemblablement sa recherche en matière d'options d'appoint et d'énergie distribuée. Cette tendance s'amorcera vraisemblablement par l'installation, par des particuliers ou des regroupements de consommateurs, de leur propre capacité de production énergétique afin de garantir la sécurité de leur approvisionnement. La prochaine étape consistera à

²¹ http://www.locationcanada.com/art_5.htm

²² Se reporter au site Internet du gouvernement fédéral « Invest in Canada » à l'adresse suivante : <http://investincanada.com/english/View.asp?t=&x=511>

²³ http://www.locationcanada.com/art_5.htm

raccorder de ces emplacements au réseau de transmission électrique. Ces tendances ont déjà débuté en Ontario.

Présentement, le CRNC, RNCan et l'industrie canadienne investissent dans l'élaboration de ressources énergétiques renouvelables et en font la promotion, par exemple l'hydrogène comme combustible de rechange. Même si le Canada ne possède pas encore de politique énergétique nationale, en février 2005, le premier ministre Paul Martin a mandaté de nouveau la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE)²⁴, et il lui a confié, entre autres, la tâche de formuler des conseils sur une politique stratégique à long terme pour le Canada sur l'énergie et les changements climatiques, laquelle encadrera l'économie du XXI^e siècle jusqu'à la période de 2030 à 2050. Le rapport du TRNEE, qui est prévu pour 2006, examinera les sources d'énergie nucléaire, traditionnelles et d'appoint.

Le Canada a signé l'accord de Kyoto et s'est ainsi engagé à réduire ses émissions de gaz à effet de serre à des niveaux de 6 % inférieurs à ceux de 1990. Une partie importante des efforts que déploiera le Canada afin d'atteindre ces niveaux sera consacrée à la réduction de notre consommation énergétique et aux investissements importants qui appuient l'innovation canadienne pour ce qui est des combustibles fossiles plus propres et de piles à combustible.

Applications de S-T afin de relever les défis énergétiques

Certaines des applications de S-T qui sont jugées pertinentes aux défis énergétiques de l'avenir sont les suivantes :

- l'amélioration de la productivité ou de l'efficacité des processus d'extraction et de raffinement pour les ressources énergétiques non renouvelables;
- la réduction de la quantité d'eau et d'énergie actuellement utilisée afin de produire des ressources énergétiques non renouvelables, y compris le pétrole de fabrication;
- la coproduction (soit le fait de capter l'énergie du processus en soi);
- la séquestration de carbone – technologies de captage et de stockage;
- la promotion de solutions de rechange traditionnelles : conceptions évoluées de réacteurs nucléaires, combustible nucléaire, hydroélectricité et progrès en matière de fusion;
- la promotion de solutions de rechange renouvelables nouvelles grâce à la production à la fois stationnaire (hydrogène, énergie solaire, énergie éolienne, biogaz, énergie des vagues et énergie géothermique) et mobile (biodiesel, biocarburant, piles à combustible, micropiles à combustible);
- le stockage de l'énergie;
- les technologies qui appuient l'énergie distribuée;
- les systèmes de surveillance, de contrôle et de gestion énergétiques;
- la réduction de la quantité d'eau nécessaire à l'extraction et à la production de combustibles fossiles.

Environnement

Notre environnement est « mondial ». La responsabilité nous incombe de protéger notre environnement partagé et nos précieuses ressources naturelles. Ainsi, grâce à une collaboration à l'échelle mondiale, nous pouvons commencer à enrayer les dommages déjà causés et garantir un environnement sécuritaire, propre et sain pour les générations prochaines.

²⁴ http://www.nrtee-trnee.ca/fre/index_f.htm

Eau

« De toutes les crises sociales et naturelles auxquelles nous faisons face en tant qu'humains, la crise hydraulique est celle qui est au cœur de notre survie et de celle de notre planète Terre²⁵. »

Seulement 2,53 % de l'eau dans le monde est de l'eau douce et les deux tiers de celle-ci se trouvent dans des glaciers et dans la couche de pergélisol. La quantité d'eau douce utilisable est considérablement réduite par la pollution. Comme dans le cas de la plupart des problèmes mondiaux, ce sont les pauvres qui sont le plus touchés. Dans certains pays en développement, 50 % de la population est exposée à des sources d'eau polluée, ce qui explique pourquoi les maladies liées à l'eau sont les causes les plus courantes de maladies et de décès. En 2000, par exemple, il y a eu deux millions de morts en raison de maladies liées au manque d'hygiène et d'assainissement de l'eau, et un million de morts causées par la malaria. La majorité des personnes touchées sont des enfants de moins de cinq ans²⁶.

Aujourd'hui, l'irrigation agricole compte pour 70 % de tous les prélèvements d'eau, mais ce montant augmentera vraisemblablement de 14 % au cours des 30 prochaines années, époque à laquelle l'on prévoit que toutes les terres ayant un potentiel d'irrigation seront utilisées. Avec l'augmentation de la population et de l'utilisation de l'eau par habitant, l'eau destinée à tout usage deviendra plus rare et mènera à une tension croissante entre les besoins provenant de zones rurales et urbaines, des secteurs nationaux et industriels, de l'irrigation et de la production énergétique, et ainsi de suite. La gestion de l'eau à l'avenir devra tenir compte de tous ces intérêts qui se confrontent.

On prévoit qu'il y aura une concurrence intense pour l'accès à l'eau. L'eau continuera à être la cause de conflit entre des pays (comme c'est le cas au Moyen-Orient) et dans les grandes villes. La lutte pour le contrôle des ressources d'eau façonnera l'histoire politique et économique humaine. Les scientifiques et les experts qui ont assisté au Stockholm World Water Forum en 2001 sont parvenus à la conclusion que les pénuries d'eau potable pourraient toucher un tiers de la population mondiale d'ici 2025 et susciter des hostilités entre les nantis et les démunis régionaux.

L'eau est appelée à devenir le matériau stratégique par excellence du XXI^e siècle.

Changements climatiques

Il existe un consensus général à l'effet que notre monde a changé principalement à la suite de l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre. La tendance au réchauffement de la planète (la température moyenne de la surface de la Terre a augmenté de 0,6 degré Celsius depuis la fin des années 1800, et tout semble indiquer qu'elle augmentera encore de 1,4 à 5,8 degrés Celsius d'ici l'an 2100) a déjà commencé à avoir des incidences perceptibles sur notre environnement. Plusieurs chercheurs, toutefois, sont d'avis que le réchauffement sera suivi d'une période de refroidissement considérable de la planète.

La combustion de carburant fixe est responsable du plus grand apport aux émissions de gaz à effet de serre. Pour ce qui est de la production de gaz carbonique dans les pays de l'OCDE, l'apport provient des sources suivantes : la production et la transformation énergétiques (34 %);

²⁵ Koïchiro Matsuura, directeur général de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO)

²⁶ *L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie*, Rapport mondial pour la mise en valeur des ressources en eau des Nations Unies (Résumé), 2003, <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556f.pdf>

les transports (27 %); l'industrie (17 %); le secteur résidentiel et commercial (13 %); et d'autres secteurs (9 %). Dans la plupart des pays de l'OCDE, c'est l'apport d'émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports qui augmente le plus rapidement. Au sein de ce secteur, même si l'apport est de moindre envergure, les émissions provenant de l'aviation comptent pour la croissance la plus rapide. Au Canada, 50 % des émissions de gaz à effet de serre proviennent des grands émetteurs finaux.

En raison des changements climatiques, nos océans sont plus acides, ce qui entraîne des répercussions pour les organismes marins. De vastes régions forestières ont subi une intense sécheresse. Des incendies de forêt d'envergure catastrophique constituent maintenant un événement annuel. Les étendues pour la prolifération de moustiques porteurs de maladies prennent de l'ampleur. De nombreuses espèces végétales et animales sont condamnées à disparaître au cours des 100 prochaines années. Qui plus est, les conditions météorologiques deviennent plus sévères, pour ne mentionner que quelques-unes des incidences auxquelles nous avons déjà assisté. L'humanité reconnaît qu'il lui faut s'attaquer aux causes de ces problèmes.

Catastrophes naturelles

On prévoit que les changements climatiques engendreront des catastrophes naturelles plus graves et plus fréquentes à l'avenir²⁷. Les catastrophes naturelles (c.-à-d., celles qui découlent d'inondations, de sécheresses, de tempêtes, de tremblements de terre, d'incendies et d'autres événements) sont en hausse pour ce qui est de leur gravité, de leur fréquence et de leur incidence économique. Les pertes économiques annuelles liées aux catastrophes naturelles s'établissaient en moyenne à 75,5 milliards de dollars américains dans les années 1960, à 138,4 milliards de dollars américains dans les années 1970, à 213,9 milliards de dollars américains au cours des années 1980 et à 659,9 milliards de dollars américains au cours des années 1990²⁸.

Pollution

À l'échelle internationale, il existe plusieurs préoccupations récurrentes au sujet de la pollution dominées principalement par la pollution de l'air et de l'eau. Dans des pays qui possèdent une base industrielle évoluée, l'accent est mis sur le maintien des activités tout en réduisant les incidences environnementales. Les questions liées à la pollution dans l'air ambiant découlent principalement de l'activité humaine faisant intervenir les automobiles, les aéronefs et la production énergétique, alors que les incendies de forêt constituent une préoccupation importante sur le plan de la pollution dans tous les pays de l'Océan Indien et du Pacifique. L'Europe met également l'accent sur la pollution de l'eau en tant que problème d'importance, laquelle est issue des effluents agricoles et de mauvaises pratiques industrielles.

Il existe plusieurs tendances qui contribuent au caractère urgent et à l'ampleur des problèmes actuels en matière d'environnement et qui auront une incidence dramatique sur le marché pour les technologies environnementales : la population mondiale et l'urbanisation croissantes, la migration, l'économie mondiale en expansion, et l'industrialisation accrue.

Le contexte canadien

Le Canada possède jusqu'à 20 % de l'approvisionnement mondial en eau douce, mais nous consommons 350 litres d'eau par jour par habitant, ce qui nous classe au deuxième rang après

²⁷ <http://www.environmenttimes.net/article.cfm?pageID=129>

²⁸ Rapport des Nations Unies, La réduction des risques de catastrophes : Un défi pour le développement, 2004
<http://www.undp.org/bcpr/disred/francais/publications/rdr.htm>

les Américains comme les gaspilleurs d'eau les plus insoucians au monde. (Un citoyen mondial n'a besoin que de 20 à 40 litres d'eau par jour pour sa consommation et son hygiène personnelles²⁹).

La politique fédérale relative aux eaux du Canada, qui reconnaît que l'eau devient un problème critique et qu'il nous faut dès à présent commencer à planifier pour l'avenir est fondée sur les principes suivants : l'établissement des prix de l'eau, l'esprit d'initiative sur le plan des sciences, la planification intégrée, les lois et la sensibilisation du public.

PollutionWatch indique qu'en 2002 seulement, plus de quatre milliards de kilogrammes de polluants ont été rejetés dans l'air, le sol et l'eau du Canada, ce qui correspond à une augmentation de presque 50 % par rapport à 1995³⁰. La plus grande proportion de cette pollution, de loin (92 %), a été rejetée dans l'air. Les friches contaminées et les propriétés commerciales ou industrielles abandonnées, vacantes ou sous-utilisées, sur lesquelles les activités antérieures ont causé une contamination environnementale connue ou soupçonnée, atteignent peut-être 30 000 au Canada³¹.

En adoptant le protocole de Kyoto, le Canada s'est engagé à réduire ses émissions de gaz à effet de serre à des niveaux de 6 % inférieurs à ceux de 1990 d'ici la fin de la période d'engagement allant de 2008 à 2012. En constatant que le respect de l'engagement pris par le Canada aux termes du protocole de Kyoto nécessitera des efforts concertés sur plusieurs fronts et que les activités jusqu'à présent n'ont pas produit les résultats escomptés, le budget fédéral 2005 a octroyé environ 5 milliards de dollars (3 milliards de dollars de fonds nouveaux) afin de financer des activités liées aux changements climatiques. En avril, dans le cadre de son projet révisé quant au protocole de Kyoto, le gouvernement s'est engagé à consacrer 10 milliards de dollars sur 7 ans afin d'aider le Canada à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 270 mégatonnes par an durant cinq ans, entre 2008 et 2012. (Nous produisons 750 mégatonnes par an). Certains, toutefois, remettent en question le caractère réalisable d'un tel objectif.

Le Canada est loin de faire front commun sur la méthodologie qu'il convient d'adopter dans le cadre du protocole de Kyoto. Même si tous les partis politiques appuient la promotion de sources d'énergie et de combustibles d'appoint, il existe un fossé entre les partis qui s'opposent au protocole de Kyoto par principe (les conservateurs) mais qui souhaitent « entreprendre un examen de toutes les initiatives en matière d'environnement et d'énergie, y compris le protocole de Kyoto³² », et ceux qui appuient le protocole de Kyoto mais qui estiment que la vision des Libéraux de va pas assez loin (le NPD) et ceux qui militent en faveur d'une concentration accrue sur de nouvelles technologies et des technologies de rechange (le Parti Vert). Le Bloc Québécois a publié son propre projet quant au protocole de Kyoto, qui met l'accent sur des atouts régionaux tels que l'hydroélectricité et l'énergie éolienne comme sources importantes d'énergie propre. Il existe une divergence d'opinions parmi les provinces également. L'Alberta, en particulier, a fait valoir de fortes réserves concernant le projet fédéral, a publié son propre projet et entreprend des démarches importantes afin de lutter contre les changements climatiques³³.

²⁹ *Selling Canada's Water*, une analyse en profondeur de CBC News, août 2004. Voir :

<http://www.cbc.ca/news/background/water/>

³⁰ http://www.pollutionwatch.org/pub/pollutionwatch%20national%20report_french_ebook.pdf

³¹ Réhabiliter le passé, Construire l'avenir : une stratégie nationale des sites urbains contaminés réhabilitables pour le Canada http://www.nrtee-trnee.ca/Publications/HTML/SOD_Brownfield-Strategy_F.htm

³² Parti conservateur du Canada, Énoncé de politique, 19 mars 2005 – Politique 42, ii) a

³³ <http://www3.gov.ab.ca/env/climate/accomplishments.html>

Certaines applications de S-T afin de relever les défis environnementaux

Les applications des S-T qui sont jugées pertinentes afin de relever les défis environnementaux de l'avenir sont les suivantes :

- la qualité et les traitements de l'eau (purification, dessalement);
- la gestion de l'eau au Canada (évaluation, distribution, disponibilité, qualité et exigences) et la sécurité de l'eau;
- l'élaboration de techniques analytiques rapides, fiables et souples à l'égard de l'air, de l'eau, des effluents et des émissions;
- les progrès en matière de modélisation, de surveillance et de déclaration en matière d'environnement pour ce qui est des changements climatiques, de la biodiversité et des applications atmosphériques et autres applications environnementales;
- l'amélioration des systèmes d'alerte à l'égard d'événements météorologiques et liés à l'eau;
- des sources de combustible de rechange pour les transports publics et privés;
- des matériaux pesant moins lourd et des méthodes de production pour les transports;
- l'élaboration de moyens d'extraction de ressources énergétiques non renouvelables qui engendrent moins de répercussions sur le plan environnemental;
- des technologies de charbon épuré qui « nettoient » les émissions de gaz, qui séquestrent les sous-produits du carbone;
- la biorestauration et d'autres techniques de remise en état qui peuvent être appliquées à des friches contaminées;
- le développement durable en agriculture et en foresterie, y compris le recours à des biocontrôles, des pesticides et des herbicides respectueux de l'environnement, des méthodes d'élevage améliorées, de nouvelles cultures et des méthodes améliorées en matière d'aquaculture;
- les technologies de conception et de construction d'édifices, par exemple l'amélioration de techniques de construction afin de minimiser l'utilisation de l'énergie (particulièrement compte tenu de l'expérience du Canada en matière de construction dans des climats nordiques);
- la réduction des déchets et le recyclage.

Santé et bien-être

Population vieillissante, incidences croissantes de maladies infectieuses et de pandémies et facteurs déterminants en matière de santé

L'âge moyen de la population mondiale est en hausse, l'espérance de vie à la naissance devant atteindre 81 ans pour les hommes et 86 ans pour les femmes d'ici 2041³⁴. Toutefois, plus de 40 pays (y compris plusieurs pays d'Afrique et d'Asie centrale, ainsi que la Russie) prévoient que l'espérance de vie de leur population sera inférieure en 2010 à ce qu'elle était en 1990³⁵.

Le déclin des taux de fertilité et l'augmentation de l'espérance de vie engendrent une augmentation de l'âge moyen de la population mondiale. De concert avec le vieillissement de la

³⁴ Santé Canada en collaboration avec le Comité interministériel sur le vieillissement et les aînés, *Vieillir au Canada*. Ottawa: 2002.

³⁵ US Census Bureau

génération du « baby boom », ces facteurs donneront lieu à une augmentation du nombre de personnes de plus de 65 ans au cours de la période 2010-2030, et en 2050, pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, le nombre de personnes plus âgées (c.-à-d., de plus de 65 ans) dépassera le nombre de jeunes (c.-à-d., de moins de 15 ans). Le nombre plus élevé de personnes qui vivent plus longtemps et qui exigent une meilleure qualité de vie constituera un défi important pour nos systèmes publics de soins de santé. Il faudra mettre l'accent sur la prévention des maladies, les changements de mode de vie et le recours à des systèmes de soins de santé d'appoint.

D'autre part, le monde fait face à une prolifération de diabète de type II chez des personnes de plus en plus jeunes ainsi qu'à une épidémie d'obésité. Des rapports récents ont suggéré que ces deux facteurs feront en sorte que pour la première fois au cours d'un siècle, les enfants auront une espérance de vie plus courte que celle de leurs parents. Toutefois, le *Centre for Disease Control* a récemment reconnu qu'il n'existait pas de méthodes scientifiques déjà éprouvées pour valider une telle conclusion. L'épidémie d'obésité ne se produit pas uniquement chez les jeunes. Il y a également eu une augmentation prononcée d'obésité parmi les personnes dans leur soixantaine ce qui, selon les *National Institutes of Health*³⁶, peut constituer une des raisons pour lesquelles les gains réalisés sur le plan de l'espérance de vie aux États-Unis dans la tranche d'âge plus avancée ont été moindres que ceux dans d'autres pays industrialisés. Il est intéressant de noter que plus de 20 autres nations développées possèdent des espérances de vie moyennes plus élevées que les États-Unis.

Le monde est également confronté à des pandémies, à l'augmentation des maladies transmissibles, à la réapparition de maladies anciennes (p. ex., la malaria et la tuberculose) et à de nouvelles formes de maladies anciennes comme le choléra et la méningite. La plus grande pandémie de grippe (1918-1919) a causé de 40 à 50 millions de morts à l'échelle mondiale, selon les estimations. Au cours des dernières années, nous avons assisté à des poussées épidémiques de SRAS et de grippe. Les experts estiment que la prochaine pandémie nous guette. Compte tenu du degré élevé de mouvements de population à l'échelle mondiale, les virus pandémiques risquent de se répandre rapidement, ne laissant que peu ou même aucun temps de préparation, et pouvant entraîner de 2 à 7,4 millions de morts à l'échelle planétaire; de tous, les pays en voie de développement seront les plus durement touchés. En revanche, il se peut que d'ici 2020, ce que nous considérons impensable en 2005 constituera la clé du remède pour la pandémie de la prochaine décennie.

La pandémie mondiale du VIH/SIDA continue de constituer l'un des défis les plus importants de notre époque. À l'échelle mondiale, plus de 40 millions de personnes sont présentement infectées et chaque jour 14 000 personnes s'ajoutent à leurs rangs. Nous nous efforçons d'établir un équilibre judicieux entre la propriété intellectuelle et les droits au libre-échange, d'une part, et l'obligation morale de garantir l'accès des pays en voie de développement à des médicaments de sauvetage, d'autre part³⁷.

En moyenne, plus de 17 millions de personnes meurent chaque année de maladies infectieuses, dont plusieurs sont classées comme émergentes ou négligées. Quatre-vingt quinze pourcent de ces décès se produisent dans des pays en voie de développement³⁸.

³⁶ *Obesity Threatens to cut US Life Expectancy, a New Analysis Suggests*, communiqué de presse des NIH, 16 mars 2005 : <http://www.nih.gov/news/pr/mar2005/nia-16.htm>

³⁷ *Une mondialisation juste : Créer des opportunités pour tous*, Rapport de la Commission mondiale sur la dimension sociale de la mondialisation, février 2004 : <http://www.ilo.org/public/french/airglobalization/report/index.htm>

³⁸ *Biotechnologie et durabilité : la lutte contre les maladies infectieuses*, rapport de l'OCDE, 2003 <http://www.oecd.org/dataoecd/18/9/2713735.pdf>

Depuis les années 1970, au moins 30 nouvelles maladies infectieuses pour lesquelles il n'existe aucun traitement efficace ont fait leur apparition.³⁹ Nous assistons à des formes résistantes de bactéries – au nombre des exemples récents, il y a les infections de pneumonie à *Staphylococcus aureus* résistantes à la vancomycine, qui ont été observées aux États-Unis et au Japon.

La pauvreté à l'échelle mondiale constitue un facteur important en matière de santé et de bien-être. Plus de 800 millions de personnes se couchent sans manger tous les jours, dont 300 millions sont des enfants; il est assez surprenant de constater que seules 8 % de ces personnes sont victimes de famine ou d'autres situations de crise. En outre, à l'échelle mondiale, chaque année 11 millions d'enfants, dont plus de six millions ont moins de cinq ans, meurent de causes entièrement évitables (malaria, diarrhée et pneumonie). Les progrès réalisés dans la réduction de la pauvreté ont été concentrés en Asie, et, particulièrement, en Asie orientale. Dans *toutes les autres régions*, le nombre de personnes souffrant de pauvreté extrême a augmenté. La pauvreté est problématique pour certains Canadiens, particulièrement parmi les peuples autochtones et les enfants (le Canada se classe présentement 19^e sur 26 pays de l'OCDE pour ce qui est de la pauvreté infantile).

L'agriculture mondiale produit 17 % plus de calories par personne aujourd'hui qu'elle ne le faisait il y a 30 ans (ce qui suffit pour nourrir toutes les personnes sur la planète malgré une augmentation de la population de 70 %). Le problème principal est que beaucoup de personnes dans le monde ne disposent pas de suffisamment de revenus pour acheter des terres ou cultiver suffisamment d'aliments. Les cultures génétiquement modifiées ont la faculté de diminuer la pollution et d'augmenter le rendement économique; toutefois, les OGM font face à une résistance importante dans certaines économies, y compris les pays en voie de développement. Compte tenu de nos capacités de productions agricoles, de nos systèmes de transport et de notre engagement à respecter les objectifs de développement du Millénaire, le monde pourrait éventuellement enrayer ce problème.

La capacité d'absorption des systèmes de soins de la santé

Les coûts liés aux soins de santé grimpent constamment. Selon des données de l'OCDE⁴⁰, le coût au Canada, en dollars américains par habitant, a augmenté de 289 \$ en 1970 à 2 931 \$ en 2002. Aux États-Unis, les coûts s'élevaient à 347 \$ en 1970 et à 5 267 \$ en 2002. Dans la même optique, en Australie, les coûts sont passés de 684 \$ en 1980 à 2 504 \$ en 2001. Des tendances semblables ont été observées dans tous les pays pour lesquels des données ont été recueillies. En plus des coûts liés aux soins de santé et des incidences sur les personnes, les questions liées à la santé et au bien-être touchent la productivité et, par conséquent l'économie.

Le contexte canadien

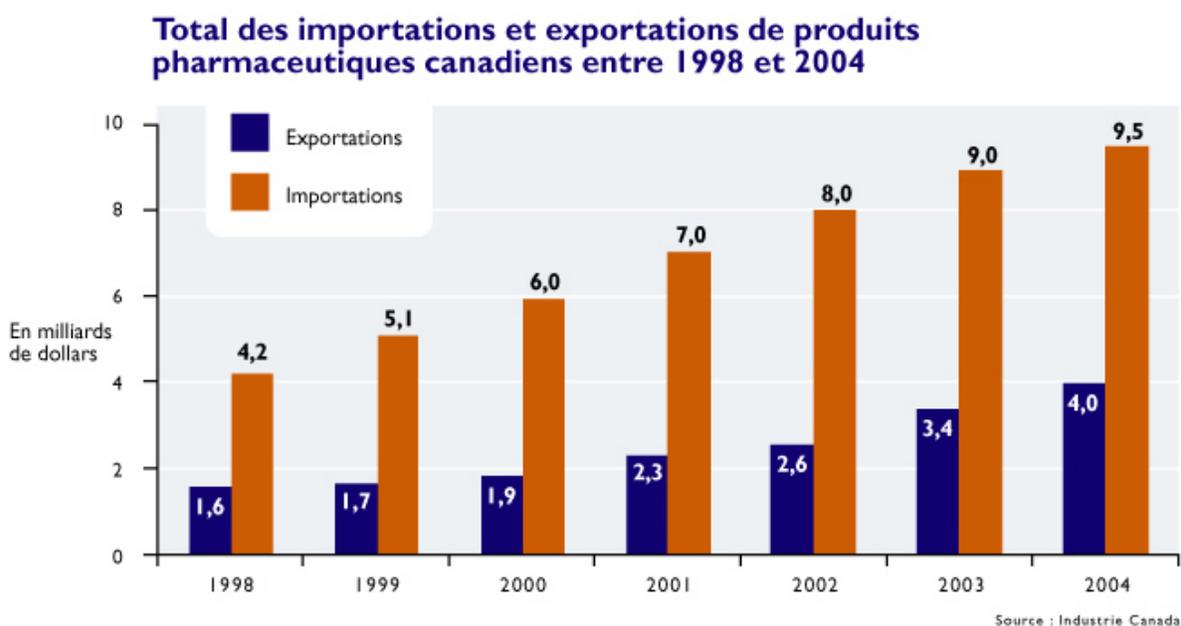
Le Canada a mis l'accent sur ses défis en matière de santé. Le financement global en R-D portant sur les produits pharmaceutiques et les connaissances des maladies (y compris les sciences élémentaires) a en effet augmenté pour passer de 1,2 milliards de dollars en 1999 à 2,3 milliards de dollars en 2004. La conception de notre infrastructure nationale de R-D en matière de santé fait également état des efforts déployés à ce chapitre, presque 2 milliards de dollars d'activités de recherche globale sur la santé ayant été menées dans les hôpitaux et les universités.

³⁹ *Ibid.*

⁴⁰ <http://www.oecd.org/dataoecd/13/53/31963451.xls>

En 2004, les dépenses consacrées aux soins de santé ont atteint 130 milliards de dollars, soit 4 078 \$ par personne. En plus de l'augmentation globale des coûts liés aux soins de la santé, nos besoins en matière de soins de santé sont passés des soins pour maladies chroniques aiguës à des soins pour des maladies dégénératives liées à l'âge. Si nous acceptons l'analyse réalisée par le *Fraser Institute* dans son rapport de 2004 intitulé « How Good is Canadian Healthcare? », en 2000/2001, les personnes d'au moins 65 ans (qui comptent pour 12,5 % de la population) ont représenté 42,7 % des dépenses globales en matière de soins de santé⁴¹.

Les facteurs les plus importants de l'augmentation des coûts entre 1999 et 2004 au sein des systèmes canadiens des soins de santé ont été les dépenses consacrées aux médicaments et à la rémunération des professionnels du milieu médical. Le marché pharmaceutique du Canada se classe 8^e en importance au monde et est le deuxième marché qui croît le plus rapidement à l'échelle mondiale après la Chine⁴². Toutefois, tel qu'il est indiqué dans le graphique d'Industrie Canada ci-dessous, le Canada se trouve en situation déficitaire de plus en plus marquée sur le plan commercial pour ce qui est des produits pharmaceutiques.



Les Canadiens sont fiers de leur système de soins de santé, mais, s'il n'est pas réformé, le coût des soins de santé traditionnels continueront à augmenter à un rythme insoutenable. Il existe, toutefois, des signes de changement. En vertu de l'Accord canadien sur la santé de 2003, des investissements supplémentaires en services diagnostiques ont été fournis, des cibles nationales ont été fixées, des éléments de mesure des délais d'attente ont été établis et les provinces ont été mandatées de fournir un rapport annuel faisant état de leur réussite dans l'atteinte de ces chiffres. Dernièrement, la Cour suprême du Canada a infirmé une loi du Québec qui empêchait les personnes de faire l'achat d'une assurance-maladie privée en vue de payer pour des services médicaux disponibles par l'entremise du système financé publiquement, ce qui ouvre la voie à une expansion supplémentaire des soins de santé privés.

⁴¹ *How Good is Canadian Healthcare?* 2004 Report, The Fraser Institute, Nadeem Esmail and Michael Walker <http://www.canada.com/national/nationalpost/news/onlineextras/fraserreportonhealthcare/howgood-xsumm.pdf>

⁴² Tiré d'une fiche de renseignements d'Industrie Canada donnant un profil du secteur pharmaceutique canadien.

Certaines applications de S-T afin de relever les problématiques en matière de santé et de bien-être

Les applications de S-T qui sont jugées pertinentes aux fins des défis en matière de santé et de bien-être de l'avenir sont les suivantes :

- une meilleure compréhension des problématiques liées à la population vieillissante, y compris les maladies chroniques, la maladie d'Alzheimer, le cancer, les maladies cardiaques et le diabète;
- les innovations en matière de dépistage précoce (y compris le matériel de diagnostic avec ou sans imagerie), les analyses prédictives, le maintien du bien-être et la prestation de soins de santé;
- la génomique, la protéomique, la métabolomique et les autres sciences « omiques » qui sont susceptibles de faire progresser notre faculté de relever plusieurs défis médicaux;
- dans le domaine des produits pharmaceutiques et biopharmaceutiques, nous pouvons nous attendre à l'élaboration de médicaments davantage ciblés, dotés d'une plus grande efficacité, de nouveaux médicaments et vaccins (y compris des technologies afin d'accélérer leur élaboration) en vue de lutter contre les maladies infectieuses, ainsi que de structures d'administration de médicaments à la nanoéchelle ou à l'échelle moléculaire, et ainsi de suite;
- afin de réduire les coûts de l'élaboration de médicaments, nous assisterons à l'élaboration de médicaments « in silico » (biologie de systèmes) comme fondement d'un nouveau paradigme de découverte et d'élaboration de médicaments, à de nouveaux bioprocessus pour la production et la purification de produits biopharmaceutiques et à des progrès quant aux technologies de production de nouveaux médicaments en ayant recours à des animaux et à des plantes transgéniques;
- dans le domaine des services de santé, nous pouvons nous attendre à des progrès sur le plan de la télésanté, de la chirurgie à distance, des appareils et de l'infrastructure qui appuient les services de soins de développement (p. ex., les soins à domicile);
- nous pouvons nous attendre à un plus grand recours aux technologies de l'information et des communications (TIC) pour ce qui est des dossiers médicaux sur support électronique, des registres et des bases de données, de l'infrastructure de communications, de la bioinformatique et de l'informatique de pointe, des logiciels de soutien au processus décisionnel et des systèmes de mesure interopérables.

PARTIE 3 : CONCURRENCE ÉCONOMIQUE MONDIALE EN CROISSANCE

Évolution du système du marché mondial

Aujourd'hui, l'argent, la technologie et les matières premières traversent les frontières nationales de plus en plus rapidement. Le commerce mondial a connu une croissance, passant de 580 milliards de dollars américains en 1980 à 6,3 **billions** de dollars américains en 2004, soit onze fois plus⁴³. Le commerce devrait poursuivre sa croissance impressionnante, augmentant de 80 % d'ici 2020 par rapport aux niveaux de 2000⁴⁴. Nous nous trouvons au sein d'une période de changements importants quant à la forme, la structure et la dynamique de l'économie mondiale. La période s'échelonnant entre 2005 et 2020 sera caractérisée par une démographie en évolution et en migration, par des mouvements importants à l'égard des marchés des biens et services et par des cycles de vie accélérés pour les produits ou services. Pour atteindre l'excellence compte tenu de ces réalités de marché émergentes, les organisations doivent faire preuve d'agilité et d'adaptabilité, elles doivent gérer avec compétence leur propriété intellectuelle et opter pour des activités de distribution à l'échelle mondiale. Le libre flux de l'innovation et des capitaux décidera de la réussite ou de l'échec d'industries et de nations.

L'expansion des économies de l'Inde et de la Chine présente un défi fondamental à la viabilité économique continue de pays dits de « puissance moyenne » tels que le Canada. D'ici 2020, compte tenu des tendances actuelles, la Chine possédera une économie dont l'envergure sera comparable à celle des États-Unis. L'Inde arrivera à ce niveau vers les années 2040 et la Russie pourrait refaire surface comme intervenant important. Certains prédisent une guerre commerciale entre la Chine et les États-Unis; ils anticipent que le commerce mondial deviendra beaucoup plus vulnérable à la situation politique en Chine et en Inde ainsi qu'à la relation entre la Chine, l'Inde, les États-Unis et l'Union européenne. Ils font valoir aussi que davantage de pays « transféreront à l'étranger » la production élémentaire et évolueront vers une production davantage à valeur ajoutée au fil du temps. Les nations commerçantes traditionnellement fortes, telles que le Royaume-Uni et la France, s'affaibliront. Toutefois, ce remaniement de l'équilibre du pouvoir et l'existence d'un « plus grand gâteau à l'échelle mondiale » dans l'ensemble présentent des occasions intéressantes pour le Canada en raison de ses richesses exceptionnelles en ressources naturelles, soit l'eau, l'énergie, les minéraux et les terres arables.

La place qu'occupe un pays dans ce nouvel ordre mondial dépend énormément de son bien-être social et économique. Présentement, environ les deux tiers de la population mondiale vivent dans des pays liés à l'économie mondiale. Les pays qui n'y sont pas raccordés continueront à souffrir – p. ex., l'Afrique subsaharienne qui, présentement, possède la plus grande portion de personnes vivant de moins d'un dollar par jour. Même d'ici 2020, les avantages de la mondialisation ne se feront pas ressentir à l'échelle mondiale. L'écart s'élargira entre les pays qui en tirent parti (sur les plans économique, technologique et social) et les nations sous-développées. Les plus grands avantages devraient échoir à des pays qui ont accès à de nouvelles technologies et qui les adoptent. De plus en plus, il existe une reconnaissance plus ferme que les S-T sont nécessaires pour la survie dans le monde et heureusement, il y a une reconnaissance également que les économies plus fortes doivent

⁴³ *Long Term Global Challenges for Europe*, publié en mars 2005 http://www.hm-treasury.gov.uk/documents/international_issues/int_global_index.cfm

⁴⁴ *Mapping the Global Future*, Report of the National Intelligence Council's 2020 Project, <http://www.foia.cia.gov/2020/2020.pdf>

utiliser leurs capacités (p. ex., les S-T) pour venir en aide aux nations moins fortunées et combler les nombreux « fossés » qui divisent le monde.

Même si la mondialisation procure de nouvelles sources de concurrence et des débouchés sur le marché, la libéralisation du processus commercial est difficile et lente. L'Organisation mondiale du commerce (OMC), qui regroupe 140 membres et s'occupe d'une vaste gamme de problèmes, devient de plus en plus bureaucratique et lente. Nous pouvons nous attendre à une augmentation des différends commerciaux et des contestations du régime de l'OMC/GATT tout au long de la période s'échelonnant entre 2005 et 2020 (60 différends importants en 2005). Certains croient que les ONG tels que l'OMC, la Banque mondiale et le Fonds monétaire international (FMI) auront moins d'importance à l'avenir puisque la mondialisation sera de plus en plus menée par « les personnes qui comprennent le monde plat, qui s'adaptent rapidement à ses processus et technologies et qui commencent à aller de l'avant – sans traités ni conseils de la part du FMI. Ils représenteront chaque couleur de l'arc-en-ciel et proviendront de chaque recoin du monde⁴⁵ ».

Le contexte canadien

Le Canada est une nation commerçante, une caractéristique qui est fondamentale à son identité et à sa place dans le monde – il est fortement dépendant de la façon dont fonctionne le monde ainsi que des priorités et mesures prises dans d'autres pays. L'une des dynamiques mondiales les plus fondamentales est l'émergence de l'économie fondée sur les connaissances, de concert avec l'expansion de la Chine, de l'Inde, du Brésil et du Mexique. L'évolution de la structure des puissances économiques présente un défi fondamental à la viabilité économique continue de pays de « puissance moyenne » tels que le Canada.

La libéralisation des marchés internationaux présente à la fois des débouchés et des défis pour le Canada. Nous sommes présentement le cinquième exportateur et importateur de biens et services en importance au monde. Le pourcentage de notre PIB qui dépend du commerce est plus élevé que celui de toute autre nation membre de l'OCDE. Plus de 80 % de nos exportations sont destinés aux États-Unis. L'économie canadienne continuera à être dominée par le marché nord-américain pour l'avenir prévisible. Toutefois, la dépendance des Nations Unies à l'égard des prêts étrangers a créé un déséquilibre mondial qui, selon les suggestions de certains, pourrait donner lieu à une position davantage protectionniste adoptée par les États-unis – ce qui pourrait avoir des répercussions importantes pour l'économie canadienne.

En accédant aux marchés de l'exportation mondiaux, le Canada se rend vulnérable à la concurrence internationale accrue à l'égard des capitaux, de la main-d'œuvre et de la part des marchés. Nous faisons face à la convergence de défis qui découlent de notre dépendance actuelle de l'activité de fabrication, de la croissance importante du bassin de fabrication de la Chine, de l'élargissement des accords de libre-échange, de l'émergence de l'économie fondée sur les connaissances en Inde et du désir de la part de ces deux pays de créer une propriété intellectuelle nouvelle et d'accéder à un palier supérieur dans la chaîne de récupération des plus-values (dans des industries aussi diverses que les télécommunications et les produits pharmaceutiques).

Une surdépendance à l'égard des marchés américains au moment où les marchés mondiaux importants auront connu une évolution considérable constituerait une stratégie économique dangereuse pour les entreprises canadiennes. Le Canada devra s'ajuster à ces mouvements et explorer de nouveaux marchés d'exportation tels que la Chine, l'Inde, le Brésil et le Mexique. Le

⁴⁵ *The World is Flat*, Thomas Friedman, 2005

Canada devra également s'adapter aux perturbations soudaines des courants commerciaux compte tenu de la possibilité que surviennent des différends commerciaux ou des modifications soudaines des conditions politiques dans des marchés importants en émergence. Le Canada est confronté à la possibilité réelle qu'il devienne insignifiant, voire même sans pertinence aucune, sur le marché mondial. D'ici 2050, le Canada fera un apport de moins de 1 % au PIB mondial, tandis que la Chine, l'Inde et les États-Unis, produiront 63,5 % à eux trois. Il nous faudra travailler fort afin d'assurer notre statut dans le monde⁴⁶.

Problématiques industrielles

Avantages économiques tirés des S-T

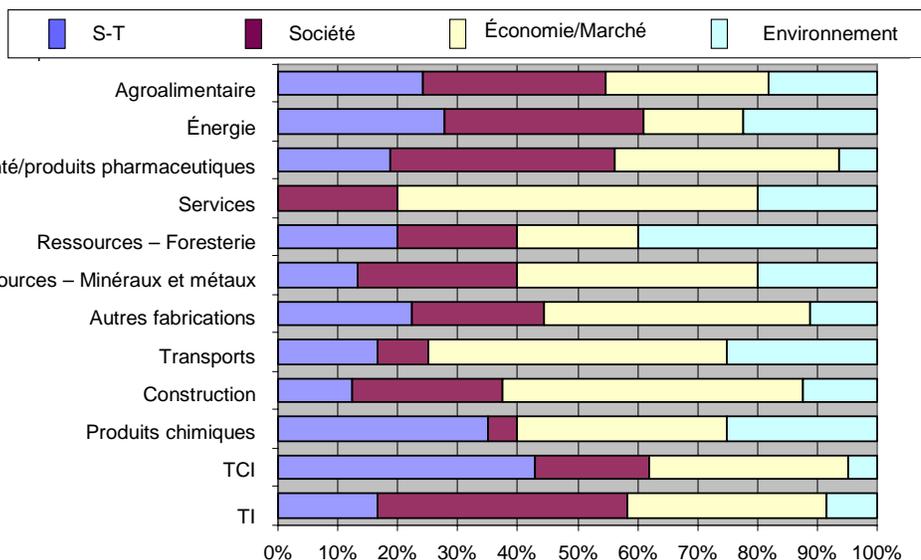
Au fur et à mesure que l'économie mondiale effectue la transition entre une économie fondée sur les ressources et une économie fondée sur les connaissances et au fur et à mesure que les emplois dans le secteur de la fabrication connaissent une migration de plus en plus importante des pays industrialisés vers des pays en développement, les pays industrialisés doivent optimiser l'avantage qu'ils tirent de leur potentiel de création de connaissances. En conséquence, il existera une exigence croissante que les S-T et l'innovation procurent des avantages économiques au-delà de la simple élaboration de nouvelles technologies ou même de leur application à de nouveaux produits et services, allant jusqu'à la diffusion durable de ces nouvelles applications sur le marché. Ce n'est qu'à ce moment que les nouvelles technologies pourront relever les défis du jour et procurer des rendements économiques et sociaux pour leurs concepteurs.

Facteurs touchant le rendement de l'industrie

Un examen des facteurs qui touchent le rendement de l'industrie canadienne indique la forte influence de facteurs économiques sur les affaires. Au nombre de ces facteurs, il y a la concurrence de la part de pays fournisseurs à faibles coûts tels que la Chine, l'incidence de l'augmentation des coûts des intrants et les changements des tendances concurrentielles au sein de l'industrie. Toutefois, les préoccupations environnementales ont une importance croissante dans le cadre du rendement sectoriel, notamment des préoccupations concernant les émissions dangereuses, la régie environnementale, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et les mouvements plus généraux vers une production durable. Un certain nombre de facteurs importants sur le plan de la société ont également fait leur apparition, y compris l'influence d'une société vieillissante sur les tendances d'achats, l'augmentation de la sécurité après le 11 septembre 2001 et les changements que suscite l'omniprésence de renseignements et de communications. Le graphique ci-dessous illustre l'importance relative de ces facteurs sur divers secteurs industriels. Il est à observer que les S-T n'ont pas été cernées comme moteur important pour le secteur des services. Ce vaste secteur effectue officiellement peu de R-D et possède un processus d'innovation qui est alimenté par l'adaptation technologique et l'évolution au niveau de l'organisation.

⁴⁶ Estimations de Goldman Sachs. Voir : Crane, D (2005) Canada in a Shifting World. Foreign Affairs Canada.

Influence relative des facteurs externes

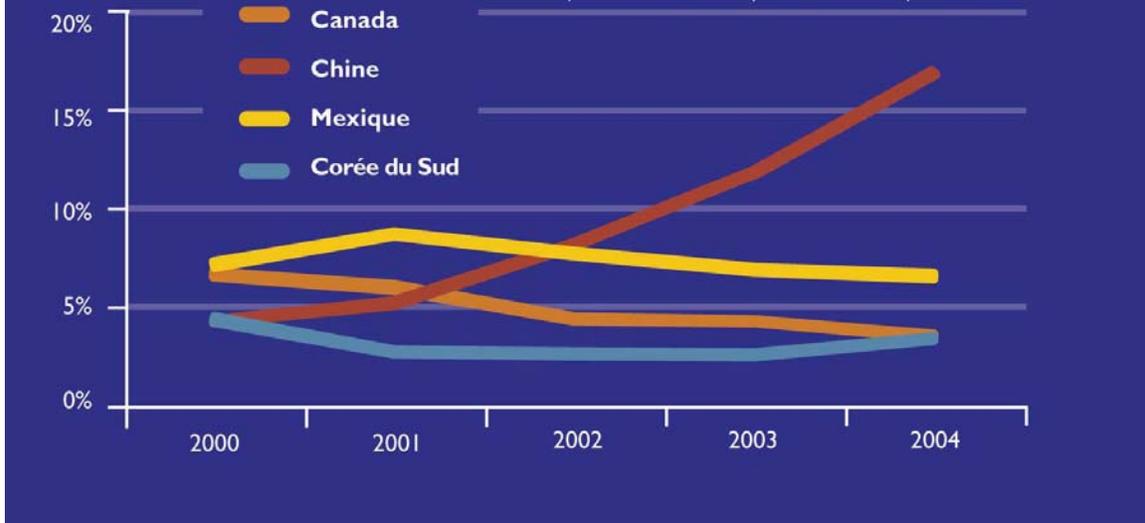


Tendances commerciales en évolution

Une analyse a été effectuée afin d'établir de quelle façon les parts du marché nord-américain ont évolué au cours des dernières années et de savoir si, en particulier, les pays dont le coût de la main-d'œuvre est plus faible, soit la Chine, le Mexique et la Corée du Sud, en ont tiré parti. Les résultats de l'analyse indiquent que la Chine a remporté une part de marché considérable en Amérique du Nord et que tous les autres pays en ont perdu. Une analyse menée en 2004 par Industrie Canada indiquait que la pénétration des exportations chinoises se produisait dans des secteurs où il existait une production canadienne limitée et vice-versa. Dans le secteur de la haute technologie, la part de la Chine a augmenté de 11 % tandis que le Canada a perdu 3 %, la Corée et le Mexique ayant chacun perdu 1 %.

Fraction des importations américaines de haute technologie selon le pays d'origine

Source : Performance commerciale du secteur manufacturier canadien pour 2000-2004. Étude spéciale commandée par le CNRC.



Investissement en R-D et capacité de réception

Un investissement privé/public en R-D de l'ordre de 70/30 est considéré un bon point de référence au sein des pays de l'OCDE. Comparé à ce point de référence, l'investissement privé en R-D au Canada est bien plus faible (53 %) et en déclin tout comme le nombre de entreprises qui effectuent de tels investissements, malgré le fait que le Canada bénéficie d'un des régimes fiscaux de R-D les plus généreux. En 2001, le Canada ne possédait que 228 entreprises « chefs de file en R-D », lesquelles comptaient pour presque 80 % des investissements en R-D du secteur privé canadien. Cette tendance se poursuivra jusqu'en 2020, ce qui exercera une pression sur les installations de R-D bénéficiant d'un financement public. En outre, au fur et à mesure que moins de personnes sont actives au sein de la main-d'œuvre, la proportion des économies réalisées baissera. McKinsey & Co., entre autres, prédit un déclin important de capitaux de lancement disponibles à compter de 2010 ainsi qu'une chute prononcée par la suite⁴⁷. Toutefois, se dresser contre le « tsunami » qu'est la mondialisation est illusoire. Plutôt, il nous faut réagir au contexte dans lequel nous évoluons, s'y adapter, faire preuve de souplesse et trouver les meilleures voies qui s'ouvrent à nous pour l'avenir. Fort heureusement, les êtres humains font preuve de résilience et ont plusieurs cordes à leur arc.

Le secteur privé au Canada est dominé par les PME, dont 98 % possèdent moins de 100 employés. Même si les PME peuvent se montrer souples, réceptives et adaptables, elles ont généralement une capacité de réception limitée en vue d'absorber les avantages que procurent la R-D et sont dotées d'une capacité restreinte d'adaptation à la libéralisation rapide de l'économie. La réalité selon laquelle la composition économique du Canada repose sur les PME doit influencer la manière dont nous abordons le système d'innovation et la commercialisation technologique.

⁴⁷ Farrell, D., Ghai, S. and Shavers, T. (2005), *The Demographic Deficit – How Aging will Reduce Global Wealth*. McKinsey Quarterly, 8 avril 2005.

Chaînes d'approvisionnement mondiales

Les entreprises individuelles ne se livrent plus concurrence mutuellement. La concurrence s'opère maintenant au niveau des chaînes d'approvisionnement. Les chaînes d'approvisionnement mondiales constituent la force dominante des affaires aujourd'hui et il est primordial que les entreprises participent à une chaîne. Toutefois, il existe certains secteurs, tels que les aliments et les marchandises, où les chaînes d'approvisionnement fonctionnent comme un oligopole (soit un marché partagé par un faible nombre d'intervenants importants), ce qui impose des modalités commerciales difficiles à des fournisseurs de moindre envergure. La participation à de telles chaînes procure des avantages aux PME, qu'elles évoluent au sein du secteur de l'agroalimentaire, des aéronefs ou des automobiles. Toutefois, les PME doivent également composer avec une panoplie de problèmes, notamment les exigences liées à l'agrément, la protection de la propriété intellectuelle, le respect des exigences en matière d'interopérabilité des TI au sein de la chaîne, la menace qu'une chaîne d'approvisionnement importante réduise le nombre de fournisseurs, ainsi que l'internationalisation des chaînes d'approvisionnement qui, souvent, exige qu'une production locale soit établie partout où l'entreprise importante établit une production importante (p. ex., le secteur automobile). En outre, les clients d'envergure exigent le partage des risques quant à l'élaboration des produits, rejetant sur les PME de plus en plus de fonctions alors que celles-ci ne disposent pas nécessairement de capacités sur le plan de la R-D ou de l'élaboration de produits.

Grappes

L'une des réalités qui caractérisent une économie axée sur les PME est que l'écosystème nécessaire pour leur essor exige une forte concentration régionale ou axée sur des grappes; en effet les PME ne disposent habituellement pas d'activités distribuées géographiquement. Au cours de la période s'échelonnant entre 2005 et 2020, nous assisterons à une aller et venue des grappes. Certaines croîtront tandis que d'autres seront en déclin. Il sera difficile de choisir des « gagnants et perdants ». Ce que l'on sait, toutefois, c'est que les grappes attirent tant du personnel hautement qualifié (PHQ) que des capitaux et deviennent un moyen efficace d'assurer la durabilité d'un secteur industriel au fil du temps⁴⁸. Par exemple, il existe une solide grappe dans le secteur automobile située dans le Sud de l'Ontario, qui fournit un bassin de main-d'œuvre ainsi qu'un accès efficace aux marchés et aux capitaux. Même si toutes les entreprises ne seront pas « liées à une grappe », il existera une concentration croissante d'industries au sein de grappes.

Ce qui changera entre 2005 et 2020, c'est la nature régionale de ces grappes. Présentement, la perception est que l'avantage concurrentiel est lié aux facteurs régionaux, soit un accès local à la R-D ciblée, à un PHQ et à l'infrastructure connexe. Au fur et à mesure que la fabrication a davantage lieu en Inde, en Chine, au Mexique (processus que l'on appelle « impartition à l'étranger ») et dans d'autres pays et que les connaissances atteignent les quatre coins du globe plus rapidement par l'entremise de technologies omniprésentes et sémantiques, les grappes auront une portée de plus en plus mondiale et formeront un réseau ou une « constellation » de centres de compétence mondiaux.

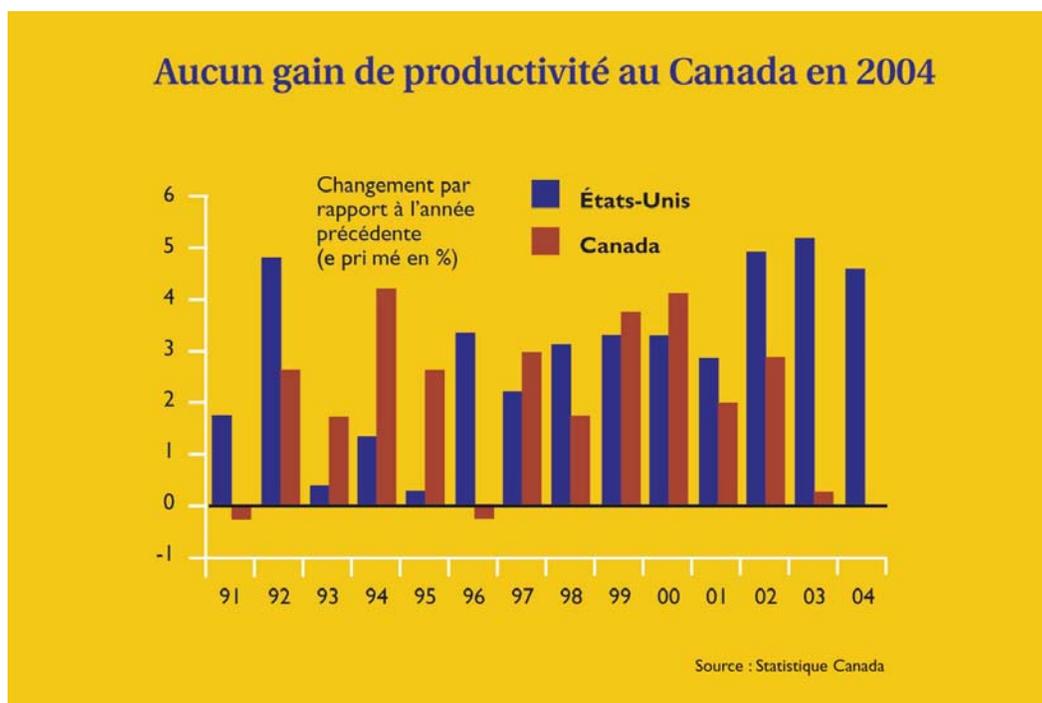
Productivité

La productivité façonnera la position concurrentielle des nations et une faible productivité engendrera des niveaux de vie inférieurs plus rapidement que par le passé. La productivité canadienne est en déclin et se classe présentement 13^e au monde (un déclin par rapport à la deuxième place qu'occupait le Canada auparavant) selon l'OCDE (données de 2004), passant

⁴⁸ Solvell, O., Lindqvist, G. et Ketels, C (2003), *The Cluster Initiative Greenbook* (polycopie).

d'une croissance moyenne de 4 % par an au cours de la période comprise entre 1946 et 1973 à 1,4 % au cours de la période comprise entre 1973 et 2003.

Selon Statistique Canada, en 2004, les entreprises canadiennes ont affiché leur pire rendement pour ce qui est de la croissance de productivité de la main-d'œuvre en huit ans. Le graphique ci-dessous (publié par Statistique Canada) compare les taux de croissance de la productivité entre les États-Unis et le Canada au cours de la période comprise entre 1991 et 2004. Alors que les États-Unis augmentent leur productivité, le Canada accuse de plus en plus de retard.

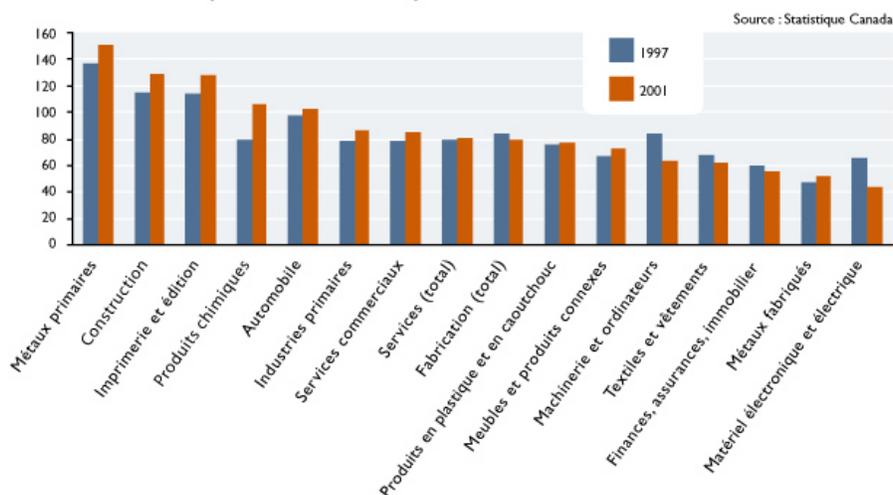


Pour ce qui est de secteurs industriels choisis, le graphique suivant⁴⁹ compare les gains et les pertes de productivité de la main-d'œuvre⁵⁰ pour les années 1997 et 2001. Il est à observer que les secteurs affichant une plus faible productivité sont ceux au sein desquels il existe une proportion plus importante d'entreprises de moindre envergure, lesquelles, en moyenne, consacrent aux investissements en R-D environ un tiers de ce que font les entreprises américaines comparables.

⁴⁹ Statistique Canada

⁵⁰ Statistique Canada définit la productivité de la main-d'œuvre comme les extrants, mesurés en PIB réel par heure travaillée.

Niveau de productivité de la main-d'œuvre au Canada (États-Unis = 100)



Niveau de productivité de la main-d'œuvre au Canada (États-Unis = 100)

Métaux primaires
 Construction
 Imprimerie et édition
 Produits chimiques
 Automobile
 Industries primaires
 Services commerciaux
 Services (total)
 Fabrication (total)
 Produits en plastique et en caoutchouc
 Meubles et produits connexes
 Machinerie et ordinateurs
 Textiles et vêtements
 Finances, assurances, immobilier
 Métaux fabriqués
 Matériel électronique et électrique

Productivité – secteur de la fabrication

La croissance de la productivité de la main-d'œuvre au sein du secteur canadien de la fabrication, terrain de bataille par excellence pour la concurrence internationale féroce, a été considérablement moindre que celle des États-Unis depuis 1995, se situant aux alentours de 75 % de la productivité aux États-Unis⁵¹. De récentes estimations provenant du Conference Board du Canada évaluent l'écart de productivité entre le Canada et les États-Unis à 6 000 \$US par Canadien en raison d'une plus faible productivité de la main-d'œuvre et d'investissements moindres en R-D et en immobilisations qu'aux États-Unis. L'augmentation importante qu'a connue le dollar canadien dernièrement par rapport à la devise américaine s'est soldée par une

⁵¹ Voir : Andrew Sharpe *The Canada-US Manufacturing Productivity Gap – An Overview*, Centre d'étude des niveaux de vie (polycolie).

érosion considérable de la position sur le plan des coûts des exportateurs canadiens, en général, et des fabricants, en particulier.

Le secteur américain de la fabrication se préoccupe également de sa place au sein de cette économie mondiale, compte tenu de la concurrence sans précédent à l'échelle mondiale pour les capitaux et les marchés. Comme les marchandises fabriquées constituent l'essentiel du commerce international, la concurrence est particulièrement forte. Pris dans leur ensemble, les effets de la technologie et de la mondialisation accélèrent les pressions concurrentielles poussant à la réduction des coûts et à l'augmentation de la productivité. L'innovation au niveau des produits, des processus et des services est devenue un facteur déterminant du succès⁵².

Dans le cadre du défi lancé au sein de l'industrie canadienne, la « productivité » n'a pas suscité un intérêt très élevé. Les secteurs industriels examinés, à l'exception des industries de l'acier ou de la transformation, avaient plutôt tendance à percevoir des questions comme la compétitivité au niveau du coût, l'augmentation des coûts des intrants et la concurrence comme des préoccupations plus essentielles⁵³. Il importe de souligner, toutefois, que cette perception de la productivité se rapporte à l'ensemble de l'industrie canadienne et que certaines industries constituent des concurrents efficaces et productifs. Par exemple, l'industrie automobile, les industries de métaux primaires, ainsi que l'industrie du bois et du papier obtiennent toutes un bon rendement tandis que les industries des ordinateurs, des instruments et des textiles obtiennent un très faible rendement.

Le Centre d'étude des niveaux de vie a proposé six politiques afin d'améliorer la productivité au Canada, notamment les suivantes :

1. la recherche d'un milieu macroéconomique qui accorde une forte priorité au plein emploi;
2. la promotion de la diffusion de nouvelles technologies;
3. la promotion de marchés concurrentiels, particulièrement dans le secteur du marché des produits;
4. l'évolution de la main d'oeuvre se consacrant à des activités à faible productivité vers des activités à forte productivité;
5. l'investissement dans l'enseignement postsecondaire;
6. la réduction des heures de travail.

L'écosystème de l'innovation canadien

Il existe des preuves solides que l'expertise du Canada en sciences et en technologie est de premier ordre et productive⁵⁴. Nous disposons également de régimes de crédits d'impôt efficaces et généreux, qui appuient l'innovation. Le milieu de la R-D canadien est actif, complexe mais non ciblé puisque nous ne disposons pas d'une stratégie claire et explicite en matière de sciences et de technologie. En outre, le Canada ne possède pas de pratiques en matière d'innovation qui permettent d'augmenter les investissements en R-D du secteur privé et qui appuient les flux de capitaux de risque. Par conséquent, les S-T du Canada sont fortement axées sur les conséquences publiques et sociales des investissements dans l'innovation. Cette situation peut ne pas convenir, compte tenu de la perspective à long terme de l'économie canadienne et de la compétitivité en déclin du pays.

⁵² *Manufacturing in America : A comprehensive Strategy to Address the Challenges to US Manufacturers*, Département américain du commerce, janvier 2004

⁵³ *2020: Façonner notre avenir*, Manufacturiers et exportateurs du Canada, 2004

⁵⁴ En fonction d'évaluations de la productivité de la recherche menées par l'OCDE.

Le Canada fait preuve d'une mauvaise coordination parmi les intervenants sur le plan de la politique en matière d'innovation, tant pour ce qui est des provinces que du gouvernement fédéral. La politique, la stratégie et l'exécution en matière d'innovation manquent d'orientations; il y a en effet trop d'intervenants à l'œuvre qui suivent des plans et des politiques différentes et parfois contraires. Dans les économies axées sur l'innovation en croissance rapide (p. ex., la Finlande et le Japon), l'intégration, la convergence et l'orientation constituent les mots clés des mesures prises. Ces notions doivent devenir une réalité au Canada où, à présent certains progrès limités se réalisent lentement.

Le système d'innovation canadien fait également face au défi que représentent les pénuries de personnel hautement qualifié (PHQ) à tous les stades du processus d'innovation, ce qui a une incidence sur le progrès économique. Le Canada se classe 14^e parmi les pays de l'OCDE pour ce qui est de la gestion (les activités et la stratégie de sociétés axées sur l'amélioration de l'entrepreneuriat et de la productivité); il dispose de moins de travailleurs en S-T que plusieurs autres économies évoluées; et il lui manque des gestionnaires de fonds de capitaux de risque chevronnés. Au nombre des autres difficultés, il y a l'obtention du financement providentiel, les coûts de l'obtention de l'accès aux marchés, la propriété intellectuelle, le climat et la culture commerciaux et la réglementation.

En raison de sa main-d'œuvre vieillissante, des taux élevés de retraite prévus et du fait qu'il continue d'accuser un retard par rapport aux pays chefs de file de l'OCDE pour ce qui est des diplômés en sciences et en génie et en diplômés au niveau du doctorat (moins de 1 % des finissants à l'université se sont vu octroyer un diplôme de doctorat en 2000)⁵⁵, le Canada deviendra de plus en plus dépendant de l'immigration pour combler ses besoins en compétences spécialisées et alimenter la croissance de sa main-d'œuvre à long terme⁵⁶.

En conséquence, le fait d'attirer et de conserver des travailleurs scientifiques, techniques et en génie posera un défi particulier puisque les possibilités sur le marché du travail qui s'offrent aux diplômés en sciences et en génie ne sont ni nombreuses ni variées, principalement en raison du faible niveau de capacité de recherche et d'innovation au sein du secteur privé canadien⁵⁷. Le Canada sera tenu de se fier à des compétences étrangères qui proviendront vraisemblablement de la Chine, de l'Inde, du Pakistan, des Philippines et d'autres économies en transition (l'Inde et la Chine produisent actuellement un cinquième de l'approvisionnement mondial en diplômés de niveau doctoral en sciences et en génie). Même si les compétences étrangères peuvent pallier les pénuries en matière d'approvisionnement dans les pays de l'OCDE, y compris le Canada, il ne peut pas s'agir d'une solution de rechange permanente ou acceptable à un investissement national axé sur la main-d'œuvre en sciences et en technologie.

En résumé, nous pouvons affirmer que, à moins de changements considérables et systémiques apportés aux pratiques en matière d'innovation du Canada, le rythme et le contenu de l'innovation économique au Canada posera problème. En particulier, il nous faut réagir à une culture en matière d'innovation pour l'an 2020 dotée des caractéristiques suivantes :

- des conditions commerciales et économiques difficiles, caractérisées par de fortes tensions entre nations commerçantes importantes en émergence et nations traditionnelles;
- de nouvelles innovations en matière de produits, qui transforment considérablement des industries et des services publics d'envergure, lesquelles nécessitent des organisations

⁵⁵ *Developing Highly Skilled Workers: Review of Canada*, Rapport de l'OCDE, 2004

⁵⁶ *ibid.*

⁵⁷ *ibid.*

souples, s'adaptant facilement et dotées de compétences solides et efficaces en matière de direction et de gestion;

- des ressources limitées en matière de capitaux de risque, qui subissent les contraintes imposées par les exigences de systèmes sociaux clés, notamment les soins de santé, la durabilité environnementale et les transports;
- une rude lutte permanente pour les compétences, qui transformera la nature des pratiques en matière de travail et de retraite, ce qui mènera à une forte dépendance à l'égard de l'immigration;
- de nouveaux genres de grappes innovatrices, lesquelles ont recours à des réseaux mondiaux et à une technologie répandue afin de s'assurer un avantage concurrentiel et de gérer des chaînes d'approvisionnement efficaces à l'échelle internationale;
- des régimes réglementaires lents et en mode de « rattrapage »;
- une préoccupation culturelle au sujet de l'équilibre entre l'innovation sociale et économique, en raison des problèmes croissants associés au climat, à la durabilité environnementale et à la vulnérabilité économique. Des pressions politiques s'exerceront en vue d'augmenter le financement social pour l'innovation tout en assurant un rendement économique.

PARTIE 4 : LE RÔLE ÉVOLUTIF DES S-T

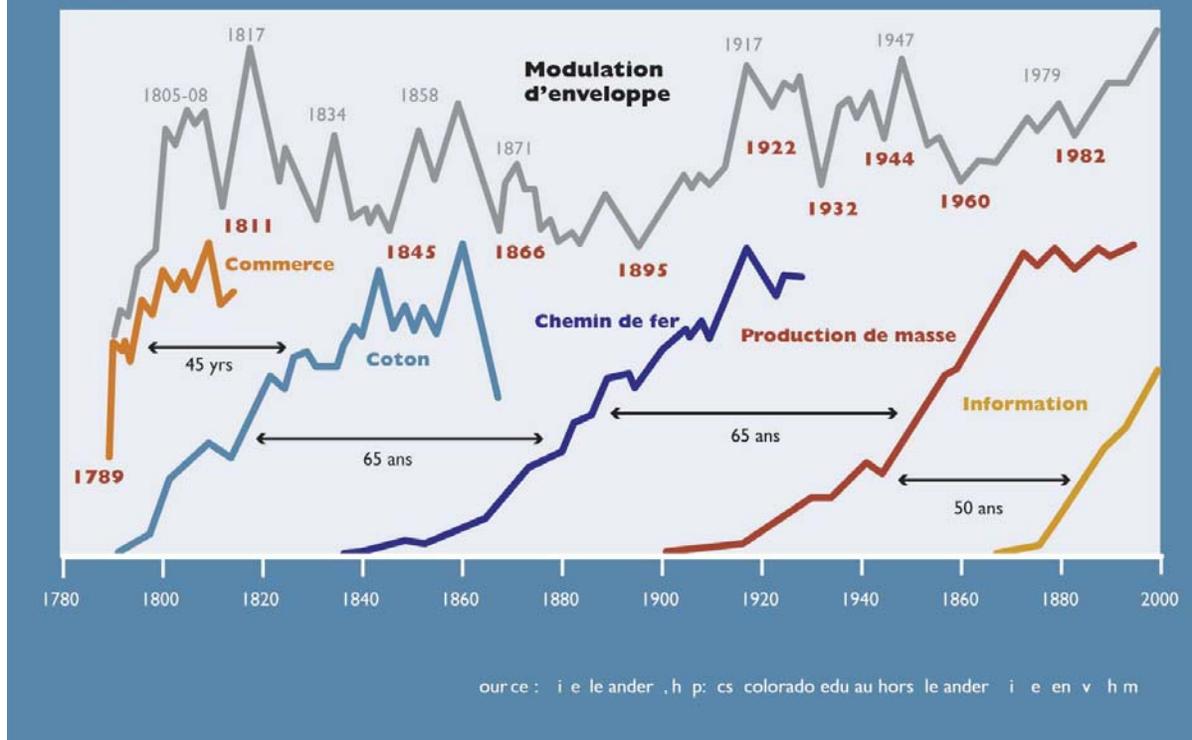
La partie 2 du présent rapport a fait état des exigences que les trois problématiques mondiales que sont l'eau, l'énergie, et la santé et le bien-être placeront sur les S-T en élaboration. La présente partie porte sur le rôle des S-T dans la formation de notre monde, sur l'évolution des sciences en elles-mêmes et sur le caractère essentiel des S-T en vue de livrer concurrence avec succès dans l'économie mondiale.

Vagues d'innovation : les leçons tirées de l'histoire

Tout au long de l'histoire, des « vagues » d'innovation, dont plusieurs étaient fondées sur les progrès réalisés en S-T, se sont répandues dans l'économie mondiale et ont eu une incidence importante sur nos vies et nos comportements ainsi que sur l'économie mondiale. Ces vagues deviennent de plus en plus perturbatrices – Internet (Amazon, eBay, Cisco), l'informatique (la recherche génomique), les technologies sans fil (téléphones cellulaires). Elles n'agissent jamais isolément – dès qu'une vague s'estompe, la vague subséquente se forme. Au cours des dernières années, elles se sont rapprochées et, à l'avenir, elles auront vraisemblablement davantage d'influence réciproque et exigeront, par conséquent, une collaboration interdisciplinaire plus grande qu'auparavant.

Vagues d'innovation déferlant sur l'économie

Vagues d'innovation antérieures



Source : Mike Alexander, http://csf.colorado.edu/authors/Alexander.Mike/Dent_v_K.htm

La vague actuelle, soit celle *des technologies de l'information et des communications*, continuera à exercer une influence transformatrice considérable jusqu'en 2020, particulièrement avec l'application de processus et de tâches automatisés, des sciences informatiques, de la simulation prédictive, de l'ingénierie logicielle, ainsi que des systèmes d'exploitation et une infrastructure de transport standardisés. La prochaine vague, qui devrait être celle de la biotechnologie, aura en soi des répercussions considérables dans le domaine de la fonction génétique et dans celui de la biologie moléculaire, cellulaire et des systèmes. Elle convergera également avec les technologies de l'information, ainsi augmentant le potentiel d'une incidence plus importante.

Les technologies axées sur l'énergie et l'environnement formeront vraisemblablement le fondement de la septième vague d'innovation. Déjà, les produits, les processus et systèmes industriels et les chaînes d'approvisionnement évoluent selon des façons qui permettent aux technologies axées sur l'énergie et l'environnement de connaître un essor à l'échelle mondiale.

L'émergence rapide des S-T peut former les assises de notre capacité collective de relever des défis mondiaux (changements climatiques, ressources et énergie, santé), de traiter de la compétitivité des pays (qualité de vie, productivité économique, reconnaissance accrue de l'importance d'une économie axée sur les connaissances), et de régler la structure de la concurrence dans des industries entières.

Technologies transformatrices principales

Tel qu'il a été mentionné ci-dessus, les technologies transformatrices principales jusqu'en 2020 devraient comprendre les technologies de l'information et des communications, les biotechnologies et les technologies axées sur l'énergie et l'environnement.

La nature des transformations économiques évolue au fur et à mesure que l'élaboration des S-T se répand dans le marché. Par exemple, la transformation initiale touche généralement les fondations de l'économie ou son infrastructure. Au fur et à mesure que ces technologies d'infrastructure deviennent omniprésentes, elles créent le milieu pour l'implantation de nouvelles applications. Aux derniers stades, les nouveaux services qui utilisent les nouvelles applications font leur apparition. Par exemple, même si nous avons déjà vu des changements très considérables causés par l'influence perturbatrice des TIC (p. ex., Internet, les technologies sans fil, le transport par fibres optiques), ils ont tous principalement été liés à l'infrastructure des communications et de l'information. Nous pouvons nous attendre à assister à des influences tout aussi perturbatrices au cours de la prochaine phase, lesquelles seront causées par les nouvelles applications habilitées dans le cadre de la nouvelle infrastructure.

Technologies de l'information et des communications

Le pouvoir transformateur que l'on attend des technologies de l'information et des communications se fait déjà ressentir et il devrait même s'intensifier. D'ici 2020, la puissance informatique sera omniprésente et fera partie de la vie quotidienne. Les réseaux d'information et de communications et les applications feront l'objet d'une convergence sans heurts. La quantité de données provenant d'objets matériels ordinaires, lesquels seront munis de nodes capteurs et seront reliés en réseau, sera produite chaque minute, chaque jour. Les appareils de communications mobiles progresseront, un contenu vidéo se rajoutera au flux des transports croissant et il y aura une panoplie d'autres progrès en S-T. Les défis que devront relever les technologies de l'information et des communications jusqu'en 2020 sont néanmoins considérables et comprennent les suivants : agents logiciels, technologies cognitives, le Web sémantique, les sciences informatiques ou la simulation prédictive, l'ingénierie logicielle, les systèmes d'exploitation normalisés et l'infrastructure des transports normalisée.

Biotechnologies

On estime que la nature transformatrice de la biotechnologie aura une incidence définitive sur la plupart des secteurs de l'économie mondiale. Les biotechnologies sont souvent perçues comme les S-T les plus importantes du siècle actuel, et leurs répercussions dépasseront celles des technologies de l'information et des communications. Les biotechnologies nous permettent d'accéder à l'ampleur de la diversité de la nature en vue d'élaborer de nouvelles S-T et de nouveaux produits qui combinent des fonctions et des caractéristiques, sont conviviales pour l'environnement et relèvent les défis mondiaux (la résistance à la sécheresse, « les fléaux du tiers-monde »). Par ailleurs, les biotechnologies soulèvent de nombreuses préoccupations déontologiques et environnementales concernant des questions telles que le clonage, les sources embryonnaires de cellules souches, le confinement des transgéniques, pour n'en nommer que quelques-unes.

Jusqu'à présent, les biotechnologies ont été appliquées principalement aux produits liés à la santé humaine (p. ex., les produits biopharmaceutiques, les produits biodiagnostiques), ce qui traduit la valeur marchande qui peut être attribuée à ces produits. L'industrie mondiale de la

biotechnologie est, en grande partie, formée d'entreprises oeuvrant dans le secteur de la santé humaine. Au Canada, le secteur de la santé humaine compte pour environ 80 %⁵⁸ des entreprises en biotechnologie. D'ici 2020, toutefois, la biotechnologie jouera un rôle de plus en plus considérable dans l'agriculture et la transformation alimentaire, la foresterie, les pêches, les industries chimiques et textiles, la gestion environnementale et la santé des animaux.

En commençant par une concentration sur les sciences élémentaires de la génomique, de la protéomique, de la métabolomique et d'autres sciences « omiques », les biotechnologies de base accéderont aux paliers supérieurs de la hiérarchie de la « complexité » afin d'inclure la biologie moléculaire, la biologie cellulaire et la biologie des systèmes.

Technologies axées sur l'énergie et l'environnement

L'élaboration et la diffusion des S-T axées sur l'énergie et l'environnement gagnent rapidement en importance à l'échelle mondiale et sont toutes les deux alimentées par les mêmes tendances mondiales, soit la santé environnementale (p. ex., les changements climatiques) et la consommation énergétique (p. ex., l'énergie de substitution, l'énergie renouvelable). Des signes précurseurs suggèrent que cette vague innovatrice a déjà commencé à s'implanter et qu'elle aura une incidence grandissante sur l'horizon prévisionnel jusqu'en 2020. Certains de ces indices comprennent : les progrès en énergie nucléaire, la production électrique mobile, les technologies axées sur l'hydrogène, le stockage énergétique, les systèmes de surveillance, de contrôle et de gestion énergétique et les technologies de gestion environnementale (restauration ou traitements environnementaux, capteurs, approvisionnement en eau douce et traitement de celle-ci).

Alors que nous tournons notre regard plus loin vers 2020, il est vraisemblable que des S-T évoluées et propres axées sur l'énergie et l'environnement, par exemple les piles à combustible, deviennent généralement disponibles et soient adoptées par les utilisateurs courants. D'autres innovations techniques qui auront une incidence sur l'efficacité énergétique au cours de cette période comprendront la superconductivité à haute température et les matières intelligentes. Au cours de cette période, il n'est pas impossible qu'une nouvelle source énergétique (par exemple, la conversion de l'énergie solaire au moyen d'une production biologique) soit commercialisée, même s'il est vraisemblable que cela prenne une décennie ou plus avant d'obtenir une part de marché importante.

Sciences et technologies habilitantes principales

Dans la réalité d'aujourd'hui, les progrès, pour la plupart, ne sont réalisables que grâce à des progrès complémentaires réalisés dans d'autres sciences et technologies habilitantes. Tous les progrès en matière de sciences et technologies sont fondés sur l'excellence et les perfectionnements réalisés dans les sciences de base, particulièrement celles de la physique, de la chimie et de la biologie. Par conséquent, l'excellence au sein des sciences de base doit être préservée afin d'appuyer les progrès en S-T dans toutes les disciplines et afin d'étayer l'élaboration d'applications.

Il existe un certain nombre de « sous-ensembles » de ces sciences (lesquels sont définis aux présentes comme des sciences et technologies habilitantes) qui devraient avoir une incidence plus importante sur les sciences et technologies transformatrices principales. L'une des plus importantes parmi celles-ci a traditionnellement été le domaine des sciences des matériaux. Il suffit de penser aux apports qu'elles ont faits à l'industrie des semiconducteurs et à la

⁵⁸ Source : Canadian Biotechnology Industry Report, P. Winter.

connexion à la puissance informatique accrue. Les progrès réalisés en photonique constituent une autre science qui a fait des apports importants (p. ex., la fibre optique).

Même s'il existe de nombreuses sciences et technologies qui revêtent de l'importance, celles qui sont mentionnées ci-dessous sont au nombre de celles-ci qui, en soi, sont appelées à connaître une progression considérable jusqu'en 2020.

Nanoscience et nanogénie

On s'attend à ce que l'incidence des technologies de la nanoscience et du nanogénie soit la plus considérable de toutes les technologies habilitantes principales. La nanoscience, soit la science des matériaux à l'échelle atomique et moléculaire, transformera la toile même de la société à long terme. Les connaissances tirées de ces efforts seront appliquées par le nanogénie, soit les technologies utilisées afin de contrôler les propriétés des matériaux (en contrôlant la forme et la taille des molécules et, de ce fait, leur espacement interstitiel) à la nano-échelle et en les ramenant aux applications du « monde réel », ce qui crée souvent de nouveaux matériaux dans le cadre du processus. Dans l'horizon prévisionnel qui s'étend jusqu'en 2020, les applications fondées sur la nanoscience et le nanogénie seront certainement présentes, mais des incidences transformatrices plus importantes auront encore à voir le jour. La Nanotechnology Foundation du Texas a prévu que l'élaboration éventuelle d'applications de nanoscience et de nanogénie se poursuivrait jusqu'en 2050. Dans le premier stade de la diffusion sur le marché, l'émergence d'un nouveau secteur de nanomatériaux peut être perçue. Au cours du deuxième stade, ce secteur devient un secteur établi et en grande partie regroupé. Au cours du troisième stade, les nanomatériaux deviennent répandus, ce qui se solde par la commercialisation de produits et processus nouveaux ou améliorés.

Sciences des matériaux

La science des matériaux constitue un domaine multidisciplinaire axé sur les solides fonctionnels, que la fonction servie soit structurelle, électronique, thermique, chimique, magnétique, optique ou une combinaison de ce qui précède. Elle utilise les aspects de la chimie et de la physique qui traitent des propriétés des matériaux, mais elle comprend également un ensemble distinctif de techniques scientifiques qui sondent la structure des matériaux. L'évaluation du rendement des matériaux est fondée sur le domaine du génie où le matériel est appliqué, et l'application de la science des matériaux nécessite des connaissances des sciences et technologies de transformation du matériau en question.

Une meilleure compréhension de l'interaction intermoléculaire est nécessaire en vue de concevoir et de contrôler la fonction structurelle et de permettre un contrôle accru des assemblages supermoléculaires. Les réactions interfaciales entre polymères et fibres et entre polymères et métaux seront également mieux expliquées. Une compréhension des équations régissant les relations entre la structure et la propriété revêt également de l'importance dans le cadre de l'élaboration de nouveaux matériaux, y compris la possibilité de contrôler la structure moléculaire lors de la polymérisation des radicaux libres.

Photonique

La photonique s'entend de la science et de la technologie qui est fondée sur les flux contrôlés de photons, ou particules de lumière, et qui en traite. En tant qu'outil, l'optique s'immisce dans presque tous les domaines des sciences et de la technologie. Qu'il s'agisse de la transmission et du stockage de données en ayant recours à des lasers à diodes, de lasers ultrapuissants pour la transformation des matériaux, la photonique est devenue indispensable dans le cadre de la vie de tous les jours axée sur les sciences et les technologies.

Son incidence transformatrice la plus récente s'est produite dans le domaine de la fibre optique, par exemple dans le cadre d'innovations telles que les circuits intégrés optoélectroniques. Les applications photoniques comprennent le stockage des données, la transmission des données, les ordinateurs optiques, les commutateurs optiques et les modulateurs de lumière.

L'un des nouveaux secteurs qui applique la photonique est celui de la biophotonique, soit l'émission, le dépistage, l'absorption, la réflexion, la modification et la création de radiation photonique à partir d'organismes vivants et de matières organiques. Les applications biophotoniques existent dans des domaines comme les sciences de la vie, la médecine, l'agriculture et la science environnementale.

Microfluides

Les microfluides constituent peut-être l'avenir des « aqualabo ». On peut les concevoir comme la miniaturisation du laboratoire de culture de cellules, doté de la capacité de contrôler des combinaisons complexes d'interactions entre les molécules d'essai et les foyers déterminés sur des cellules individuelles. Simplement exprimé, les microfluides ont recours à des appareils dotés d'énormément de microcanaux ou de canaux submicroniques qui sont en mesure de gérer des quantités infimes de liquides. Les microfluides pourraient servir dans une vaste gamme d'applications de gestion des fluides, par exemple l'étude de la biologie cellulaire ou la gestion de l'eau dans les micropiles à combustible.

Les microfluides sont un domaine multidisciplinaire qui comprend la physique, la chimie, le génie et la biotechnologie, et qui étudie le comportement des fluides à la microéchelle et à la mésoéchelle, c.-à-d., les fluides selon des volumes des milliers de fois plus petits qu'une goutte ordinaire. Cette science porte également sur la conception de systèmes ayant recours à de faibles volumes de liquide. Il s'agit d'une nouvelle science, qui n'a fait son apparition qu'au cours des années 1990, et, par conséquent, le nombre d'applications pour cette science ou technologie est présentement faible. Toutefois elle pourrait éventuellement revêtir de l'intérêt dans une vaste gamme de sciences et technologies. Les microfluides sont présentement utilisés dans l'élaboration de sciences et technologies axées sur les puces à ADN ainsi que dans le cadre de sciences et technologies microthermiques et de micropropulsion.

Information quantique

L'information quantique recèle le potentiel d'opérer une révolution dans plusieurs domaines scientifiques et technologiques. Elle exploite des modes de calcul et de communication fondamentalement nouveaux, parce qu'elle se fonde sur les lois physiques de la physique quantique plutôt que sur la physique traditionnelle. Elle fait miroiter la possibilité d'engendrer une puissance informatique immense qui surpassera les capacités de tout ordinateur traditionnel, elle garantit des communications absolument sécuritaires et elle est directement liée aux sciences et technologies quantiques émergentes, par exemple les capteurs à base quantique.

En plus de la science en soi, des succès réalisés dernièrement en science et en génie quantiques ont créé plusieurs outils optiques extrêmement utiles qui fonctionnent exclusivement selon les règles de la mécanique quantique et offrent des mesures optiques pratiques et des techniques de caractérisation (métrologie optique quantique) qui présentent des avantages nets par rapport aux technologies existantes.

Convergence des technologies

Les S-T convergentes sont des sciences et technologies mutuellement habilitantes dans la poursuite d'un objectif commun. Cette définition capte le potentiel scientifique et technique des sciences et technologies convergentes et suggère des possibilités de priorité en matière de recherche. De façon croissante, les thèmes de la « convergence » domineront l'élaboration des S-T. Les nouvelles technologies constitueront souvent un mélange de deux ou plusieurs disciplines, et les progrès réalisés dans un domaine habilitent ceux dans un autre (p. ex., l'influence de l'informatique sur la recherche génomique).

Tel qu'il a été mentionné ci-dessus, les technologies de l'information et des communications ont aidé (et continuent) à produire une transformation importante de la vie de tous les jours. La biotechnologie transforme plusieurs domaines tels que l'agriculture ou le diagnostic et les traitements médicaux. Tout dernièrement, le potentiel transformateur de la nanotechnologie a vu le jour. En plus de ces faits nouveaux en sciences cognitives et en neurosciences et au-delà de l'importance accrue des sciences sociales, la croyance généralement répandue veut qu'en raison de la convergence de ces sciences, les premières décennies du XXI^e siècle verront des améliorations importantes des capacités humaines, des questions sociales, de la productivité et de la qualité de vie.

La recherche en S-T convergentes nécessitera de nouveaux modèles pour l'« élaboration de produits », les processus d'évaluation par les pairs, les droits de propriété intellectuelle et une variété d'autres questions. Tout simplement, plusieurs des théories existantes au sujet de la façon de mener la recherche seront remises en question et elles engendreront vraisemblablement de nouvelles méthodologies. Les S-T convergentes nécessitent un processus politique transparent et ouvert. En raison de son caractère ouvertement politique, la recherche qui a recours aux S-T convergentes doit susciter la confiance, créer une légitimité et tirer parti du débat public comme ressource et source d'inspiration pour les ordres du jour des S-T convergentes.

Toutefois, si les technologies individuelles ont suscité une certaine controverse et anxiété, leur convergence posera un défi important au milieu de la recherche ainsi qu'aux décideurs et à la société en général. Il sera essentiel de porter l'attention qui s'impose aux problèmes déontologiques et aux besoins sociaux.

Facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur l'élaboration et l'acceptation des S-T

Plusieurs facteurs auront une incidence sur l'élaboration et le déploiement en temps opportun des S-T. Parmi ceux-ci, il y aura la convergence des technologies transformatrices et des sciences habilitant la technologie, la crainte de la technologie, le défi de composer avec le rythme rapide de l'évolution des S-T et de composer avec la discontinuité à la fois des S-T et des problèmes mondiaux. Ensemble, ces facteurs posent un défi important pour le milieu de la recherche.

Collaboration multidisciplinaire

En cette époque de convergence des S-T, aucune technologie ne parvient à la réussite de façon isolée, mais elle dépend d'autres technologies habilitantes. En conséquence, la collaboration interdisciplinaire peut constituer le défi le plus important auquel devra faire face l'avenir de l'élaboration des S-T jusqu'en 2020. Les équipes de recherche de l'avenir seront formées de regroupements d'experts en génie, en sciences naturelles, sociales et humaines et

ce, sur le plan régional, national et international. Les projets seront menés dans des infrastructures, des zones géographiques et des fuseaux horaires différents, ce qui nécessitera une toute nouvelle gamme de compétences en matière de gestion de projet. Les communications devront transcender divers domaines scientifiques pour que des domaines « non reliés » puissent intégrer leurs besoins, capacités et limitations respectifs de manière efficace. Les évaluations par les pairs devront établir un équilibre entre la « profondeur » et « l'ampleur des connaissances ». Des questions feront surface au sujet de la propriété unique ou partagée des droits de propriété intellectuelle, et il se pourrait que nous oeuvrions au sein d'un monde caractérisé par une science de plus en plus « d'exploitation libre » où la propriété intellectuelle appartient aux parties collaboratrices ou à la « société ». La lutte entre les personnes qui militent en faveur de la privatisation de la propriété intellectuelle et le mouvement de l'exploitation libre pourraient s'éterniser et s'envenimer.

Adaptation au rythme des progrès en S-T

L'adoption de plusieurs nouvelles sciences et technologies peut être « freinée » par l'incapacité du secteur de les intégrer. Deux défis principaux qui surviennent sont l'absence fréquente de normes de mesures et de facteurs métrologiques afin de confirmer l'efficacité de la nouvelle technologie (p. ex., à titre de produits de rechange pour une utilisation existante ou comme nouvelle utilisation en soi) ainsi qu'une absence de normes et de lignes directrices réglementaires encadrant l'utilisation de la nouvelle technologie.

La rapidité de l'évolution des S-T éclipse la capacité des autorités de réglementation d'« emboîter le pas ». Par exemple, l'orientation récente du Canada sur la réglementation intelligente est parvenue à la conclusion qu'en règle générale, la réglementation ne réagissait pas de façon opportune au rythme rapide du changement (c.-à-d., les progrès en sciences et technologie, les nouvelles pratiques commerciales, les besoins changeants des consommateurs). Un certain nombre de défis réglementaires enrayent le lancement de nouvelles technologies. En outre, il existe un certain nombre de nouvelles technologies qui ne disposent pas d'un cadre réglementaire afin d'orienter leur adoption (p. ex., les technologies des cellules souches), en dépit d'un besoin reconnu en ce sens. Certains, toutefois, soutiennent qu'il existe une réglementation excessive de la recherche visant les cellules souches, particulièrement au Canada.

Acceptation

Même si les S-T progressent rapidement et ont la faculté de changer radicalement notre monde, il existe des contre-tendances qui peuvent exercer une influence sur la mise en œuvre et l'incorporation de ces progrès, dont la plus forte est la crainte et la préoccupation du public au sujet de notre avenir. Certains exemples comprennent l'opposition aux organismes génétiquement modifiés (danger éventuel pour l'environnement et la santé), le clonage et la recherche sur les cellules souches (questions déontologiques) ainsi que l'adoption de nouveaux bioproduits (réticence générale au changement). Cette observation souligne l'importance de l'éducation et de la philosophie de la science étant donné que l'apport scientifique est de plus en plus nécessaire dans le cadre d'une saine prise de décision. Nous devons tenir des débats ouverts au sujet de la direction et de la signification de la science au sein de la société civile canadienne (ou mondiale) sans quoi la science pourrait faire face à une plus grande hostilité de la part des personnes qui sont censées en être les bénéficiaires, mais qui, de plus en plus, perçoivent les S-T comme une force étrangère.

Percées et points charnières

L'histoire nous a démontré que plusieurs sciences et technologies véritablement transformatrices n'avaient pas été prévues (du moins, pas leur ampleur ou le moment de leur

percée); au nombre des exemples, il y a la théorie de la relativité d'Albert Einstein en 1905, ou la découverte par James Watson et Francis Crick de la structure à double hélice de l'acide désoxyribonucléique (ADN) en 1953. Ce genre de percée n'est généralement pas prévue et constitue l'un des motifs principaux militant en faveur d'un effort continu déployé en recherche fondamentale.

Les percées en recherche appliquée peuvent parfois être davantage prévisibles puisqu'elles se reproduisent souvent en réaction à une importante augmentation de la demande. Par exemple, les priorités gouvernementales et militaires peuvent façonner les efforts d'élaboration en matière de science ou de technologie. Les projets Manhattan et le programme spatial en constituent des illustrations. Les priorités du secteur privé peuvent exercer une influence semblable. Un autre moteur clé de l'intensité de l'innovation technologique se produit lorsque l'infrastructure habilitante atteint un « point charnière », c'est-à-dire le moment dramatique où quelque chose d'unique devient ordinaire. Il suffit de penser à l'incidence de la diffusion des ordinateurs personnels et aux nouvelles sciences et technologies qui reçoivent et recevront une impulsion de l'omniprésence croissante du déploiement de la large bande sans fil.

En conséquence de ces influences, les répercussions sur l'évolution des sciences ou des technologies peuvent être profondément ressenties et impossibles à anticiper. À tout le mieux, l'on peut uniquement présumer que les percées ou les points charnières engendreront une ou plusieurs sciences et technologies transformatrices jusqu'en 2020 qui ne sont pas prévues aujourd'hui.

Les cinq dernières années ont été caractérisées par des discontinuités importantes touchant la société, par exemple les suivantes :

- le 11 septembre 2001 et l'évolution du climat de la sécurité mondiale;
- nouvelles maladies : SRAS, l'encéphalopathie spongiforme bovine, la grippe aviaire, le virus du Nil occidental
- l'augmentation de plus de 100 % du cours du pétrole (25 \$US le baril en 2000);
- l'accession de la Chine à l'OMC.

De par leur nature, ces discontinuités ne sont pas planifiées et ont une incidence rapide. Dans un tel contexte, les organismes axés sur les S-T doivent être très souples et réagir rapidement aux changements de priorité.

CONCLUSION

« Il est devenu de plus en plus manifeste que l'humanité dispose des ressources afin de relever les défis mondiaux auxquels elle est confrontée; ce qui est moins évident, c'est la mesure dans laquelle la sagesse, la bonne volonté et l'intelligence seront concentrées sur ces défis » – L'état de l'avenir; 2004

L'avenir ne sera pas une reprise du passé et du présent. Non seulement les défis dans chaque époque sont fondamentalement différents, mais nos capacités d'y réagir et de composer avec eux recèlent les changements les plus profonds. En jetant un regard sur l'avenir, nous voyons une population mondiale qui est davantage consciente de soi et exigeante – que les exigences soient faites les uns envers les autres, envers les établissements et les gouvernements, et même envers nos sociétés. Le plus grand « microchangement » sera peut-être celui des attentes plus élevées que nous aurons de nous-même, que nous pourrions espérer de notre monde, de notre apport au monde, de notre faculté de migrer vers des occasions plus intéressantes, des sécurités personnelles que nous exigeons et de nos responsabilités sociales personnelles.

Jusqu'en 2020, la « liberté » d'envisager les besoins et les désirs personnels est rendue possible et renforcée par plusieurs tendances auxquelles nous assistons, soit :

- la migration des populations, qui nous démontre que nous pouvons choisir notre milieu, et qui nous permet d'augmenter notre sensibilité à l'égard d'autres cultures (tout en nous rappelant la nôtre);
- la mondialisation du commerce et des économies interreliées, qui nous offrent des choix parmi les produits, les processus et les services du monde et nous permettent de choisir les « clients » à l'échelle mondiale que nous souhaitons desservir;
- les progrès en S-T qui augmentent nos capacités de communiquer partout et en tout temps, de voyager partout, d'avoir connaissance de tout; il s'agit de progrès qui nous procurent des réseaux personnalisés, des médicaments personnalisés, une énergie distribuée et même des voyages personnalisés dans l'espace;
- l'indépendance accrue qui nous encourage à donner un essor à une plus grande responsabilité sociale envers notre environnement, notre avenir durable et les autres êtres humains.

Même si ces tendances de plus haut niveau ont pu être anticipées, leur expression ne pouvait l'être. Notre monde en est un où les incertitudes et le changement constant constituent une réalité et promettent de mettre au défi même nos hypothèses élémentaires. Les changements et les discontinuités importantes font partie de notre sort, se produisent à un rythme croissant et exercent une influence transformatrice de plus en plus grande. Le Canada, grand pays ingénieux, a un rôle important à jouer au sein de ce monde mais ne peut le faire qu'en se dotant d'une souplesse et d'une adaptabilité qui lui permettront de s'adapter à ce changement certain.

Nous avons vu que ces caractéristiques seront particulièrement en demande dans le cadre du système d'innovation du Canada – notre faculté de mener l'application des progrès en S-T de façon durable au marché en vue de produire des avantages économiques et sociaux. La plupart des défis émergents et de longue haleine à l'échelle canadienne et internationale peuvent être relevés grâce à une application efficace des sciences et de la technologie. En faisant déjà le pont entre les sciences fondamentales et la commercialisation, le CNRC est un intervenant clé au sein du système d'innovation canadien et peut jouer un rôle central dans son élaboration et

son fonctionnement, en collaboration avec le milieu canadien des S-T, en vue de relever les défis jusqu'en 2020.