

# La génomique

DÉCOUVERTE. IMPACT. RÉUSSITE.



GenomeCanada

PLAN STRATÉGIQUE DE GÉNOME CANADA 2012-2017

# Résumé

Au cours de nos dix premières années d'existence, nous nous sommes consacrés à trois grandes activités pour développer la science assez jeune de la génomique au Canada.

La première activité, réalisée avec le soutien indispensable du gouvernement du Canada, a été de créer Génome Canada et des centres régionaux de génomique pour promouvoir et financer la recherche en génomique partout au pays, dans des secteurs d'importance stratégique.

La deuxième a consisté à mettre en œuvre la mission de Génome Canada et à créer une stratégie nationale qui favorise les progrès en génomique aux trois égards suivants : les travaux scientifiques, le soutien des infrastructures et les chercheurs eux-mêmes.

2

La troisième a consisté à tenir soigneusement compte des possibilités et des enjeux éthiques, environnementaux, économiques, légaux et sociaux de la génomique dans toutes nos activités, afin d'influencer la recherche pour que les découvertes scientifiques puissent mener à des avantages bien réels.

Ces activités ont, dans leur ensemble, jeté les bases d'une communauté riche et dynamique de chercheurs en génomique au Canada et transformé à la fois la qualité et la quantité des travaux de recherche. Elles ont également fait naître l'Entreprise canadienne de la génomique, un réseau hautement complexe de collaboration composé de personnes et d'organismes qui sont des bailleurs de fonds de la recherche, des chercheurs, des installations équipées pour transformer ces découvertes en applications et des utilisateurs pour qu'elles procurent des avantages à la population canadienne.

À l'aube de notre deuxième décennie, nous lançons un nouveau plan stratégique – soutenu par une nouvelle vision et une nouvelle mission – qui mise sur les progrès réalisés et prend acte des possibilités à saisir et des problèmes à résoudre en cours de route.

À l'avenir, nous montrerons la voie en développant l'Entreprise canadienne de la génomique, en collaborant avec les centres régionaux de génomique pour rassembler le riche amalgame de groupes de recherche, d'entreprises, d'universités, de sociétés de capitaux à risque, de gouvernements, d'organismes subventionnaires, d'organisations internationales et d'autres qui font partie de l'Entreprise.

Nous consacrerons beaucoup d'efforts à mettre en place des moyens de transformer les découvertes en nouvelles applications qui procureront des avantages économiques ou sociaux aussi rapidement que possible ou à améliorer les moyens qui existent déjà. En même temps, nous continuerons de financer la recherche et d'appuyer la technologie de pointe pour stimuler ce « pipeline » d'innovations.

Nous ciblerons les secteurs clés d'importance économique et stratégique pour le Canada : l'agriculture, l'énergie, l'environnement, les pêches, la foresterie, la santé humaine et les mines. Le nombre de secteurs clés que nous ciblons a augmenté, ce qui souligne l'omniprésence de la génomique en tant que moteur de la bioéconomie canadienne de l'avenir et reflète la progression des nouvelles découvertes, des nouvelles applications et des avantages de la génomique dans des secteurs plus nombreux.

La génomique est une technologie de transformation qui jouera un rôle de premier plan dans la résolution des problèmes les plus urgents de la société au XXI<sup>e</sup> siècle. On reconnaît de plus en plus que la génomique est un fondement indispensable de nombreuses applications qui contribueront à l'émergence d'une bioéconomie canadienne, une économie qui assurera la compétitivité de notre pays à l'échelle internationale et qui aidera à préserver les valeurs canadiennes et notre qualité de vie, compte tenu des problèmes planétaires de plus en plus exigeants.

Dans ce contexte, il est vital que tous les Canadiens et toutes les Canadiennes comprennent la génomique et en reconnaissent la valeur. À cette fin, nous communiquerons davantage d'information de haute qualité sur la recherche en génomique, ses progrès et ses enjeux pour obtenir un vaste soutien public. Nous bâtirons ou perfectionnerons des modèles de fonctionnement qui multiplieront les contributions des aspects éthiques, environnementaux, économiques, légaux et sociaux à la recherche en génomique.

Pour exploiter et réaliser le potentiel de la génomique, nous adoptons une approche en deux volets pour financer les activités de notre plan. Tout d'abord, nous demandons au gouvernement du Canada de s'engager dans un financement pluriannuel stable pour montrer à nos partenaires, en particulier le secteur privé, la détermination du gouvernement d'encourager la croissance de sa bioéconomie. Ensuite, nous multiplierons substantiellement les investissements gouvernementaux en doublant presque les investissements d'autres bailleurs de fonds, par la création de partenariats stratégiques.

Nous atteindrons les objectifs de notre nouveau plan stratégique en menant nos activités dans un cadre de gouvernance qui garantit une surveillance efficace de nos activités et accroît notre transparence et responsabilité devant le public et le gouvernement du Canada.

Les investissements consentis au cours de nos dix premières années mènent déjà à des avantages réels. Fait révélateur, ils sont un indicateur hâtif d'une vague encore plus forte d'innovations et de répercussions à venir. Le potentiel de la génomique est énorme et nous n'en avons qu'effleuré la surface. Il est temps maintenant d'en exploiter tout le potentiel. La voie que nous emprunterons et que nous décrivons dans notre plan stratégique montre comment nous y parviendrons.

## Importance pour le Canada

## Enjeu sectoriel

## Rôle de la génomique

## Exemple de projets canadiens en génomique<sup>1</sup>

### Agriculture

Les cultures et l'élevage en agriculture sont des secteurs importants de l'économie canadienne et contribuent au bien-être des collectivités partout au pays. En 2009, l'agriculture, les secteurs de l'agroalimentaire et des agroproduits ont représenté environ 130 milliards de dollars ou 8,2 % du produit intérieur brut (PIB) du Canada et ont créé directement un emploi sur huit, soit plus de deux millions de personnes. Le Canada a été le quatrième exportateur en importance dans le monde de produits alimentaires, ses ventes d'exportation ayant atteint 35,2 milliards de dollars en 2009<sup>1</sup>.

D'après les prévisions, la population mondiale atteindra presque 8,3 milliards de personnes en 2030<sup>2</sup>. Nourrir de manière durable cette population en croissance constituera en soi tout un défi. À ce dernier s'ajouteront les réductions du nombre de terres arables, en voie de disparition partout dans le monde en raison des forces exercées par l'urbanisation et l'impact des changements climatiques. L'augmentation de l'ampleur des importations au Canada, causée par l'évolution des préférences des consommateurs qui veulent s'approvisionner auprès de divers marchés, menace aussi la sécurité de l'approvisionnement alimentaire du Canada<sup>3</sup>.

La génomique peut fournir des marqueurs qui amélioreront la santé animale et feront diminuer les coûts de la production de bétail, amélioreront les rendements des cultures, accroîtront la valeur nutritionnelle et la résistance aux agents pathogènes, aux sécheresses et aux basses températures. Elle peut aussi servir à améliorer la sécurité des aliments par la détection et l'identification des agents pathogènes d'origine alimentaire.

- Investissements de 189 millions de dollars (GC et ses partenaires) dans 15 projets de recherche à grande échelle :
  - Cultures : canola, blé, lin, pomme de terre, tournesol, raisin à vin
  - Élevage : vaches, porcs
- Sélection de caractéristiques génétiques du canola, du lin et du blé pour leur adaptation aux changements climatiques.
- Génomique du mûrissement du raisin et de la fermentation de la levure pour l'amélioration de la qualité du vin et des activités des vignobles.
- Expansion des cultures oléagineuses pour les produits bioindustriels.
- Techniques de sélection de la génomique pour stimuler l'amélioration génétique du bétail, améliorer la traçabilité des produits et jeter les bases d'une production durable sur le plan écologique.
- Amélioration de la santé des porcs en collaborant avec les éleveurs de porcs pour résoudre les problèmes de deux des maladies les plus courantes dans la production porcine commerciale.

### Énergie

En 2010, le secteur de l'énergie a représenté 6,7 % du PIB du Canada et les recettes tirées des exportations canadiennes d'énergie ont injecté 94 milliards de dollars dans l'économie<sup>4</sup>. Le Canada est un leader mondial dans la production et l'utilisation de l'énergie tirée de ressources renouvelables. Ces dernières représentent à l'heure actuelle 16 % de l'approvisionnement total en énergie primaire au Canada<sup>5</sup>.

La diminution des approvisionnements en combustibles fossiles – une ressource limitée, l'impact sur les changements climatiques de la combustion des combustibles fossiles et la nécessité de trouver des moyens plus propres d'utiliser ces sources d'énergie et des sources renouvelables d'énergie sont des éléments moteurs de la mise en valeur d'une énergie propre. Le Canada a maintenant le mandat d'imposer une teneur moyenne de 5 % en carburant renouvelable dans l'essence au Canada et une teneur moyenne de 2 % en carburant renouvelable dans le carburant diesel et le mazout de chauffage<sup>6</sup>. Si ces objectifs doivent être atteints au moyen de biocarburants fabriqués au Canada, la production nationale d'éthanol et de biodiesel devra augmenter respectivement de 9 % et de 450 %<sup>7</sup>.

La génomique peut aider à développer des moyens plus propres de produire et d'utiliser les combustibles fossiles et ajouter des produits à forte valeur comme les polymères et les lubrifiants. Elle peut aussi servir à développer des matières premières qui se prêtent mieux à la production de biomasse et optimiser la conversion de cette dernière en carburant.

- Investissements de 20 millions de dollars (GC et ses partenaires) dans quatre projets de recherche à grande échelle.
- Des chercheurs fournissent à l'industrie des données qui servent à améliorer les résidus des sables bitumineux et à prendre des décisions relativement à la viabilité environnementale de l'exploitation des sables bitumineux de l'Alberta.
- Développement de peupliers à la croissance plus rapide dans divers climats du Canada afin de produire du bois qui pourrait être facilement converti en biocarburant.
- Production de carburants à partir de résidus agricoles et forestiers.
- Séquençage du tournesol, important en raison de son potentiel considérable pour la production de biocarburants.

### Environnement

Le marché canadien de l'environnement se compose de quelque 8 500 entreprises dont le chiffre d'affaires dépasse 18,4 milliards de dollars, y compris des exportations dont la valeur dépasse 1,5 milliard de dollars annuellement<sup>8</sup>. Ces entreprises canadiennes fournissent des solutions novatrices au maintien de la santé et de la qualité de vie et veillent à ce que nous puissions retirer des avantages de l'exploitation durable de nos ressources naturelles.

L'environnement canadien, comme l'environnement d'une grande partie du monde, est soumis à des pressions. Les changements climatiques font monter les températures de l'air et des océans, fondre la neige et la glace et augmenter les niveaux de la mer. La qualité de l'air peut influencer la santé humaine et celle de l'environnement. L'eau, qui se trouve en abondance au Canada plus que dans la plupart des autres pays du monde, subit aussi le stress de l'élimination des eaux-vannes, des déchets d'origine animale et des substances chimiques.

La génomique peut optimiser les communautés microbiennes qui facilitent la biorestauration. Elle peut aussi aider à mieux comprendre les processus microbiens qui s'opèrent dans les activités industrielles pour ainsi concevoir des technologies propres et durables que l'industrie canadienne de l'environnement pourra commercialiser. La génomique peut aussi jouer un rôle dans la surveillance environnementale, notamment la surveillance de la biodiversité et de la pollution et l'utilisation d'espèces sentinelles dans les eaux douces, des environnements marins et terrestres.

- Investissements de 119 millions de dollars (GC et ses partenaires) dans 14 projets de recherche à grande échelle.
- Des communautés microbiennes sont mises au point pour remettre en état l'eau et les terres contaminées. On trouve déjà sur le marché une communauté microbienne qui nettoie des sites contaminés par des solvants.
- Un système d'identification numérique du vivant est en cours d'élaboration dans le cadre de la plus grande initiative jamais entreprise en biodiversité, au moyen du « codage à barres » de l'ADN. L'information est utile à de nombreux égards, dont la surveillance des écosystèmes et la lutte contre des ravageurs agricoles et des espèces envahissantes.
- On met au point des outils de la génomique pour surveiller les populations microbiennes afin de détecter des changements à la source des bassins hydrographiques, ce qui pourrait faire épargner des millions de dollars en traitement et en surveillance de l'eau et assurer la viabilité à long terme de nos bassins hydrographiques et des écosystèmes environnants.

### Pêches

Le poisson et les fruits de mer sont au troisième rang des exportations canadiennes d'aliments. En 2010, le Canada a exporté pour 3,9 milliards de dollars de poisson et de fruits de mer. Les cinq produits de la mer dont les exportations ont atteint la plus forte valeur en 2010 au Canada sont le homard, le saumon de l'Atlantique, le crabe des neiges, la crevette et le hareng. L'industrie canadienne de l'aquaculture génère plus d'un milliard de dollars au PIB et constitue le secteur de production alimentaire qui croît le plus rapidement au monde. La viabilité de nombreuses communautés côtières est directement liée à la santé des pêches. La pêche et les activités connexes représentent le gagne-pain de près de 80 000 Canadiens. L'aquaculture, quant à elle, assure 14 500 autres emplois<sup>9</sup>.

Les pêches et les océans du Canada éprouvent divers problèmes dont l'effondrement de stocks clés de poisson sauvage, des exigences concurrentes à l'égard des ressources, des changements sur les marchés et des problèmes environnementaux tels que la pollution et les changements climatiques.

Ces facteurs, auxquels s'ajoute la difficulté de nourrir une population mondiale croissante qui souhaite manger de plus en plus de poisson, exercent de fortes pressions sur l'industrie pour qu'elle trouve de nouveaux moyens de gérer les pêches de poisson sauvage et l'aquaculture<sup>10,11</sup>.

La génomique peut fournir des marqueurs et d'autres moyens pour améliorer la gestion des pêches de poisson sauvage et permettre la protection et l'amélioration de la biodiversité et des habitats des poissons. En aquaculture, la sélection à l'aide des marqueurs peut servir à instaurer des programmes de sélection qui produiront du poisson aux caractéristiques souhaitables, par exemple un taux de croissance accélérée, la résistance à la maladie et la tolérance à la chaleur. La génomique peut aussi servir à détecter, à surveiller et à réduire au minimum l'impact des agents pathogènes et, de ce fait, améliorer la santé des animaux aquatiques.

- Investissements de 44 millions de dollars (GC et ses partenaires) dans quatre projets à grande échelle.
- Une collaboration internationale menée par des chercheurs canadiens a développé des ressources en génomique pour les salmonidés dont on se sert pour étudier les réactions aux facteurs environnementaux, aux agents pathogènes et aux polluants.
- Une autre collaboration internationale a pour objet de séquencer le génome du saumon. La séquence et les résultats des études antérieures aideront à améliorer la gestion des stocks de poisson sauvage, la sélection des reproducteurs en aquaculture et les programmes pour la qualité, la sécurité et la traçabilité des aliments.
- Un partenariat public-privé, créé pour doter d'outils et de ressources le secteur de l'aquaculture de la morue, a ciblé des marqueurs pour des caractéristiques liées à la croissance, à la résistance à la maladie et à la tolérance au stress. Une fois validée, l'information permettra d'utiliser la sélection effectuée à l'aide de marqueurs moléculaires à une échelle commerciale.

<sup>1</sup>Les projets décrits sont des exemples tirés des portefeuilles de recherche de Génome Canada et des centres de génomique. Les sommes investies et le nombre de projets financés ne comprennent pas les projets des centres de génomique financés par d'autres bailleurs de fonds que Génome Canada.

## Importance pour le Canada

## Enjeu sectoriel

## Rôle de la génomique

## Exemple de projets canadiens en génomique<sup>1</sup>

### Foresterie

Plus de 600 000 Canadiens occupent un emploi direct ou indirect dans l'industrie des produits forestiers. Le secteur forestier représente environ 3 % du PIB du Canada, soit 75,2 milliards de dollars de revenus tirés du secteur forestier provenant des produits du bois en 2006. Les exportations sectorielles s'élèvent à 23,6 milliards de dollars, pour un excédent commercial de 14,4 milliards - le deuxième en importance après celui de l'industrie pétrolière et gazière<sup>12</sup>. Les Canadiens tiennent aux forêts pour la conservation de la biologie, les loisirs, l'esthétisme et la culture et un grand nombre d'entre eux tirent leur subsistance de cette industrie.

Les difficultés qui assaillent les forêts canadiennes (qui représentent 10 % des forêts de la planète) sont nombreuses. La plus remarquable est les changements climatiques, mais il faut compter aussi avec la hausse des coûts de l'énergie, l'accroissement de l'activité humaine et du commerce international, qui tous peuvent entraîner des changements dans les proliférations d'insectes et de maladies et la perte de la diversité génétique parce que les arbres n'auront pas réussi à s'adapter aux conditions changeantes. Les coûts économiques, sociaux et écologiques qui en découlent sont considérables. Par exemple, de 1998 à 2007, le dendroctone du pin ponderosa a détruit environ 17,5 millions d'hectares de pins en Colombie-Britannique, presque la moitié du pin commercialisable de la province, ce qui a coûté des dizaines de milliards de dollars<sup>13</sup>.

La génomique pourrait faciliter la mise au point de nouvelles technologies de prix abordable grâce auxquelles seront ciblés des gènes qui confèrent des caractéristiques d'adaptation aux infestations de ravageurs, à la maladie ou aux changements environnementaux; qui aident à diagnostiquer avec exactitude les organismes envahissants; qui déterminent les cibles de la lutte contre les insectes ravageurs et les maladies et leur surveillance; qui appuient la réglementation; et qui définissent les caractéristiques telles que la qualité du bois et sa croissance. Des données scientifiques de la génomique influencent déjà les décisions de gestion.

- Investissements de 90 millions de dollars (GC et ses partenaires) dans 10 projets à grande échelle.
- La recherche est axée sur la détermination des gènes qui confèrent des caractéristiques d'adaptation aux infestations de ravageurs, à la maladie et aux changements environnementaux; des caractéristiques génétiques qui peuvent aider à diagnostiquer avec exactitude les organismes envahissants et les marqueurs de la qualité du bois et du taux de croissance :
  - des chercheurs ont ciblé un marqueur génétique qui joue un rôle important dans la croissance de l'épinette de Sitka et qui peut résister à un charançon destructeur;
  - des données de la génomique servent à créer de nouveaux modèles de surveillance de la dissémination géographique des ravageurs forestiers (p. ex. le dendroctone du pin ponderosa) et leur mouvement vers de nouvelles essences d'arbre;
  - la technologie des marqueurs génétiques sert à déterminer les semis d'épinette qui croissent plus rapidement, produisent du bois de meilleure qualité et résistent mieux aux insectes;
  - les résultats d'un projet axé sur la prédiction des semis qui conviennent à certaines conditions climatiques faciliteront les efforts de reboisement.

### Santé

Selon les prévisions, les dépenses en soins de santé du Canada en 2010 devraient atteindre presque 192 milliards de dollars, soit 11,7 % du PIB, y compris les dépenses pour les hôpitaux, les médicaments et les services des médecins. Les dépenses totales de santé par habitant atteindront, selon les estimations, 5 614 \$, la moyenne s'établissant à 10 742 \$ par Canadien de 65 ans ou plus<sup>14</sup>.

Le système de santé canadien fait face à diverses difficultés dont le vieillissement de la population, le nombre à la hausse de maladies chroniques et la recherche des meilleurs moyens d'intégrer de nouvelles technologies qui peuvent améliorer les résultats. En n'adoptant pas plus rapidement les nouvelles technologies, les méthodes et les processus novateurs, les soins de santé au Canada perdent sans cesse de leur efficacité et coûtent de plus en plus cher<sup>15</sup>.

La génomique entraînera un changement de paradigme : le système de santé ne sera plus orienté vers les maladies, mais vers des soins plus personnalisés, prédictifs, économiques et axés sur la prévention. Le rôle futur de la génomique réside dans les aspects suivants : l'orientation des traitements en fonction du génome du patient; l'absence de réactions indésirables aux médicaments grâce aux marqueurs de la génomique; l'intervention thérapeutique et la modification du mode de vie basées sur le risque de maladie; les cellules souches; la capacité de faire la distinction entre les facteurs environnementaux et les facteurs génétiques de la maladie; la mise au point de nouveaux médicaments et la réorientation d'autres vers des sous-populations précises; le séquençage rapide en temps réel d'agents pathogènes pour faire des recommandations en cas d'épidémies; et la compréhension des microbes qui habitent le corps humain, le microbiome et sa corrélation avec la maladie<sup>16,17</sup>.

- Investissements de 1,2 milliard de dollars (GC et ses partenaires) dans 77 projets à grande échelle.
- À Terre-Neuve, plus de 100 vies ont été sauvées grâce à l'activation de défibrillateurs implantés dans la poitrine de personnes porteuses du gène mortel responsable de la mort cardiaque subite, découvert par des chercheurs locaux.
- Un partenariat public-privé, qui appuie la découverte de nouveaux médicaments par des travaux de recherche d'accès libre, détermine la structure de protéines humaines pertinentes sur le plan thérapeutique dans le cas de maladies telles que le cancer, le diabète et les troubles métaboliques et rend ces protéines publiques pour que des chercheurs industriels et universitaires puissent les utiliser.
- La recherche révèle la complexité de la génétique de l'autisme, ouvrant ainsi la voie à un test de l'ADN qui peut être utilisé à la naissance et même avant.
- Les mères sont maintenant mieux informées sur l'utilisation de la codéine alors qu'elles nourrissent au sein, grâce à des recherches qui ont montré que certaines femmes ont une variante génétique qui transforme la codéine en morphine deux fois plus vite que la normale. À la suite de cette découverte, la Food and Drug Administration des États-Unis a modifié les étiquettes de mise en garde sur les médicaments antidouleur contenant de la codéine.
- Un groupe de chercheurs du Canada et du Royaume-Uni, financé par un partenariat public-privé, a découvert un gène associé aux migraines courantes.
- L'identification de marqueurs qui distinguent des types de tumeurs chez les enfants atteints de la forme la plus fréquente de tumeurs cérébrales – le médulloblastome – aidera les médecins à choisir les interventions les plus efficaces pour chacun des patients, limitant ainsi les effets indésirables graves et les risques de traitement excessif.

### Mines

L'industrie minière contribue de façon importante à la prospérité canadienne. Son apport au PIB en 2009 s'est chiffré à 32 milliards de dollars et elle emploie 306 000 personnes dans les secteurs de l'extraction, du traitement et de la fabrication. L'industrie stimule et favorise la croissance économique tant dans les grandes villes que dans les collectivités rurales éloignées, y compris de nombreuses collectivités des Premières Nations<sup>18</sup>.

Les difficultés de ce secteur comprennent la gestion des aspects complexes des exigences environnementales et réglementaires, l'amélioration de la viabilité économique de l'extraction et du traitement des minéraux, et l'atténuation des répercussions environnementales découlant des activités minières telles que la lixiviation des métaux et le drainage rocheux acide<sup>19</sup>.

La génomique peut améliorer la capacité de situer, de récupérer et de traiter le charbon, les minéraux et les métaux industriels. La composition des communautés microbiennes peut servir d'outil d'exploration. La génomique peut améliorer les microbes utilisés dans les procédés d'extraction. Elle peut aussi aider à nettoyer les sites contaminés et à déterminer les microorganismes et les enzymes qui peuvent venir à bout du drainage rocheux acide et de la lixiviation des métaux<sup>20</sup>.

- Mise au point d'un traitement de rechange pour la biorestauration des eaux d'exhaure des mines en évaluant la capacité des communautés microbiennes naturelles de détoxifier l'eau contaminée.

# Notre plan stratégique en un coup d'œil

## DÉFIS PLANÉTAIRES

Santé humaine, viabilité de l'environnement, salubrité et sécurité des aliments, énergie propre

**VISION** Mobiliser le pouvoir de transformation de la génomique pour procurer des avantages à la population canadienne.

## MISSION

**Diriger l'Entreprise canadienne de la génomique et pour ce,**

- 1 tisser des liens entre les idées et les personnes, tant dans le secteur public que le secteur privé, pour trouver de nouveaux usages et de nouvelles applications à la génomique;
- 2 investir dans les grands projets scientifiques et la technologie pour stimuler l'innovation;
- 3 transformer les découvertes en applications afin d'en maximiser l'impact dans tous les secteurs.

## SECTEURS CIBLÉS



## OBJECTIFS ET STRATÉGIES

- 1 Répondre aux besoins sociétaux en favorisant les découvertes et en accélérant leur transformation en applications.
  - Faire participer les experts et les utilisateurs finaux en aval à l'établissement des priorités et à la conception des programmes.
  - Coordonner l'élaboration de programmes qui faciliteront l'intégration de bout en bout de la recherche et son application.
  - Élaborer des modèles novateurs de partenariats public-privé.
  - Préconiser l'esprit d'entreprise dans la communauté scientifique.
  - Appuyer les grands projets scientifiques concurrentiels à l'échelle internationale.
  - Fournir des technologies d'avant-garde aux chercheurs canadiens.
- 2 Attirer plus d'investissements dans la recherche en génomique d'un large éventail d'intervenants, en particulier le secteur privé.
  - Créer des partenariats stratégiques.
  - Créer des programmes axés sur les priorités régionales.
- 3 Accroître l'impact de la génomique en transformant les connaissances sur les enjeux et les possibilités d'ordre éthique, environnemental, économique, légal et social en solides politiques et pratiques.
  - Mettre en place des modèles novateurs de recherche axés sur la collaboration.
  - Donner forme au continuum d'innovations.
  - Accroître la responsabilité par l'engagement.
- 4 Mieux reconnaître la valeur de la génomique en faisant mieux comprendre cette science, ses applications et ses implications aux intervenants.
  - Bâtir une infrastructure de communications de calibre mondial à l'aide de modèles, d'outils et de méthodologies d'avant-garde.
  - Tisser des liens avec d'autres membres de l'Entreprise de la génomique et entre eux.
  - S'associer avec des organismes qui poursuivent des objectifs d'innovation analogues, en particulier dans les secteurs clés.
  - Communiquer les avantages et les répercussions de la recherche en génomique et de ses activités connexes.

## RÉSULTATS

- 1 Approfondissement des connaissances en génomique dans les secteurs économiques importants pour le Canada.
- 2 Applications aux répercussions avantageuses sur les politiques, la réglementation, le développement économique et la qualité de la vie.
- 3 Accroissement des investissements dans la recherche en génomique d'un large éventail d'intervenants, en particulier le secteur privé.
- 4 Rôle et influence accrus des aspects éthiques, environnementaux, économiques, légaux et sociaux sur l'évolution de la recherche en génomique et ses résultats.
- 5 Meilleure compréhension du potentiel de la génomique et de son impact sur la société de la part des intervenants.

## Génome Canada : La première décennie

Génome Canada est un organisme sans but lucratif qui investit dans la recherche en génomique dans des secteurs clés et qui favorise les réseaux d'expertise au Canada afin d'assurer des avantages économiques et sociaux à la population canadienne.

Nous appuyons les projets de recherche à grande échelle en génomique et offrons aux chercheurs canadiens l'accès aux technologies et aux connaissances spécialisées les plus perfectionnées grâce à un réseau de centres d'innovation de science et de technologie (CIST). Nous nous consacrons entièrement à la génomique.

Nous appuyons la recherche en génomique dans tous les secteurs des sciences de la vie d'importance économique et sociale pour le Canada. Cette approche multisectorielle permet à chacun des secteurs de profiter des connaissances acquises grâce aux progrès de tous les autres secteurs.

Nous travaillons en un réseau axé sur la collaboration et la coopération avec six centres régionaux de génomique – Génome Colombie-Britannique, Génome Alberta, Génome Prairie, Institut de génomique de l'Ontario, Génome Québec et Génome Atlantique – combinant ainsi notre rôle de chef de file national à la capacité de réagir aux priorités et aux besoins régionaux et locaux. Comme il fallait s'y attendre, ce mode de fonctionnement a permis aux régions d'acquérir des compétences spécialisées et de transformer les résultats des recherches pour ceux qui peuvent les utiliser le plus efficacement. Par exemple, les projets relatifs à l'élevage, à l'énergie et à l'amélioration des cultures sont réalisés en Alberta, en Saskatchewan et au Manitoba; les projets relatifs à l'aquaculture et aux pêches d'espèces sauvages sont situés dans les régions côtières; les projets relatifs à la foresterie dans l'Ouest canadien et au Québec; et la recherche en santé humaine prédomine dans la région de l'Atlantique, en Ontario, au Québec et en Colombie-Britannique.

### Génome Canada en chiffres :

- Investissement de 2 milliards de dollars, dont plus de la moitié provient de partenaires
- 155 projets de recherche à grande échelle dans les secteurs des sciences de la vie
- 5 centres d'innovation de science et technologie de calibre mondial
- plus de 200 « esprits préparés » — des directeurs de projet qui ont acquis les compétences nécessaires pour gérer des projets scientifiques de grande envergure, complexes et multidisciplinaires et transformer ces connaissances en applications
- plus de 4 500 publications de recherche; le Canada se classe au 5<sup>e</sup> rang dans le monde en ce qui concerne l'impact scientifique<sup>21</sup> et au 4<sup>e</sup> rang en ce qui concerne la recherche liée à la science et à la société<sup>22</sup>
- création de plus de 20 entreprises
- emploi de plus de 10 000 ETP hautement qualifiés
- plus de 350 demandes et octrois de brevet et 24 ententes de licence; le Canada s'est classé au premier rang du classement multivarié pour la propriété intellectuelle en génomique en 2005–2007<sup>23</sup>

## L'avantage de Génome Canada :

- un seul centre d'intérêt : la génomique, technologie qui transcende tous les secteurs des sciences de la vie d'importance économique et sociale pour le Canada
- investissement dans des projets à grande échelle, essentiels compte tenu de l'ampleur et de la portée des problèmes épineux qu'étudient les chercheurs en génomique
- offre de technologies et d'expertise les plus d'avant-garde par le soutien des centres d'innovation de science et de technologie et des programmes de développement des technologies
- approche intersectorielle qui permet d'examiner des questions complexes qui nécessitent des compétences multidisciplinaires, garantissant ainsi que les progrès réalisés dans un secteur servent dans les autres
- modèle de fonctionnement unique, qui combine le rôle de chef de file national à la capacité de réagir aux priorités et aux besoins régionaux et locaux
- capacité de doubler et plus les investissements fédéraux grâce à des ententes de cofinancement avec les secteurs public et privé
- volonté de maximiser les avantages et de réduire au minimum les risques en tenant compte des possibilités et des défis éthiques, environnementaux, économiques, légaux et sociaux de la recherche en génomique
- approche basée sur les principes d'entreprise pour la sélection, la supervision et la gestion des projets financés afin d'optimiser le rendement du capital investi

Grâce au soutien financier du gouvernement canadien depuis plus d'une décennie (915 millions de dollars au total) et au cofinancement des provinces, de l'industrie, d'organismes de financement nationaux et internationaux, des organismes philanthropiques, d'établissements canadiens et autres, Génome Canada et les centres régionaux de génomique ont collectivement investi presque deux milliards de dollars dans la recherche en génomique, dans toutes les provinces et tous les secteurs des sciences de la vie. Les investissements fédéraux ont aussi servi aux centres de génomique qui ont pu ainsi obtenir un cofinancement qui atteint presque un quart de milliard de dollars pour des projets de recherche dans leurs régions.

La recherche en génomique s'intéresse peut-être à un monde microscopique, mais l'ampleur de l'effort est souvent

macroscopique, impliquant des douzaines de chercheurs, de gros volumes de données et des technologies complexes. Notre modèle de fonctionnement est conçu précisément pour gérer ces investissements de grande envergure, par des processus de sélection et de surveillance rigoureux.

Génome Canada présente également un autre aspect intéressant, un aspect qui aide à axer les projets sur l'innovation, la pratique et au bout du compte, les avantages économiques et sociaux. Nos projets sont influencés par la recherche sur les aspects éthiques, environnementaux, économiques, légaux ou sociaux de la génomique. Ces travaux font appel à des intervenants clés – depuis l'industrie jusqu'au grand public. Ce volet particulier vise principalement à appuyer et à accélérer l'adoption de nouvelles approches et de nouvelles technologies. Bref, nous aidons le pays à bénéficier le plus rapidement possible des innovations.

Génome Canada regroupe des personnes et des groupes des milieux universitaires, de l'industrie, du gouvernement et d'ailleurs pour mener à bien des projets qui valorisent la vie des Canadiens et des Canadiennes. Notre travail, par l'accent mis sur l'application des résultats de recherche, favorise en particulier les innovations qui mèneront à des avantages économiques et sociaux, à une capacité accrue en recherche et dans le secteur industriel, à des progrès technologiques et à de meilleures infrastructures, à l'élaboration de politiques et au dialogue avec le public.

## L'Entreprise canadienne de la génomique

Au cours des 10 premières années de son existence, Génome Canada et les centres régionaux de génomique ont bâti une communauté de recherche en génomique solide et dynamique au Canada, transformant ainsi la qualité comme la quantité des travaux dans ce domaine. C'est ainsi qu'est née l'Entreprise canadienne de la génomique, un réseau hautement complexe de collaboration composé de personnes et d'organismes qui sont des bailleurs de fonds de la recherche, des chercheurs, des installations équipées pour transformer ces découvertes en applications et des utilisateurs pour qu'elles procurent des avantages à la population canadienne.

À l'avenir, nous montrerons la voie en développant l'Entreprise canadienne de la génomique, en collaborant avec les centres régionaux de génomique pour rassembler le riche amalgame de groupes de recherche, d'entreprises, d'universités, de sociétés de capitaux à risque, de gouvernements, d'organismes subventionnaires, d'organisations internationales et d'autres qui font partie de l'Entreprise. Nos objectifs suprêmes seront d'appuyer l'intégration de bout en bout de la science de la génomique, depuis la découverte jusqu'à son application et d'améliorer la transformation et l'entrepreneuriat pour avoir le plus d'impact possible et procurer le plus d'avantages possible, le plus rapidement possible, à toute la population canadienne.

## L'essor de la génomique au XXI<sup>e</sup> siècle

La génomique est une technologie de transformation qui jouera un rôle clé dans la résolution des problèmes les plus urgents auxquels doit faire face la société au XXI<sup>e</sup> siècle. De plus en plus, on la reconnaît comme un fondement indispensable de nombreuses applications qui contribueront à l'émergence d'une bioéconomie canadienne, concurrentielle à l'échelle internationale.

Selon l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE), la bioéconomie de l'avenir sera grandement façonnée par les percées de la recherche fondamentale et appliquée dans les sciences biologiques, de même que les possibilités d'affaires et les innovations pour ce qui est des modèles réglementaires et commerciaux. L'OCDE reconnaît la génomique comme l'une des principales technologies plateformes qui stimuleront l'essor d'une bioéconomie mondiale, plaçant ainsi la génomique au cœur du développement économique mondial au cours des prochaines années. Dans son rapport décisif intitulé *La bioéconomie à l'horizon 2030*, l'OCDE prévoit que « dans la zone de l'OCDE, les biotechnologies pourraient assurer 2,7 % du PIB en 2030<sup>24</sup> », soit environ 1,1 billion de dollars américains.

Le Centre d'étude des niveaux de vie confirme les prévisions de l'OCDE et a estimé que la biotechnologie pourrait

**La demande en énergie continue de monter en flèche, ce qui crée un besoin d'autres sources d'énergie propre, telles que les biocarburants. « L'efficacité énergétique » deviendra un avantage concurrentiel clé des économies de l'avenir.**

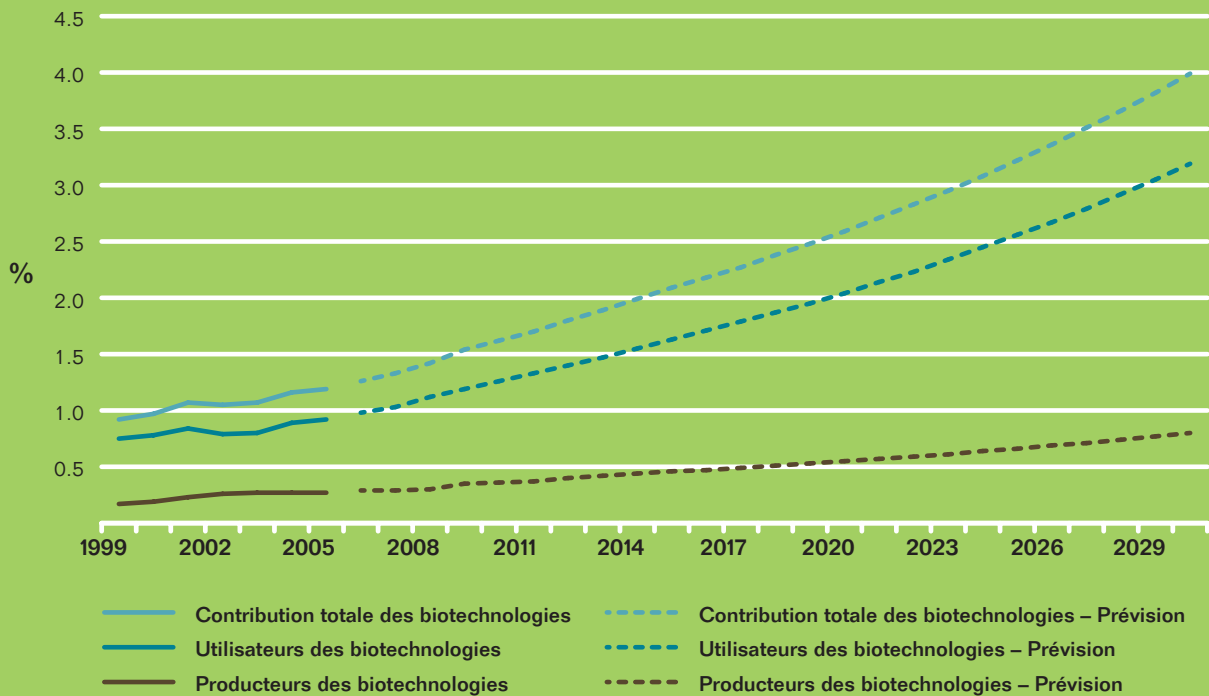
représenter jusqu'à 3,99 % (soit environ 144 milliards de dollars canadiens) du PIB du Canada en 2030, en raison de facteurs comme une augmentation de la demande des secteurs de l'alimentation, de l'énergie et des soins de santé<sup>25</sup>.

Nous ferons face, en tant que société, à des problèmes mondiaux graves et complexes au cours des prochaines années, notamment aux égards suivants :

- **Santé humaine** : le fardeau économique des maladies chroniques et le vieillissement de la population menacent la viabilité de nos systèmes de santé. Il faudra intégrer au bon moment de nouvelles approches économiques et avérées pour contribuer au maintien de la santé et au diagnostic précoce des maladies.
- **Viabilité de l'environnement** : les changements climatiques et d'autres agresseurs environnementaux menacent notre capacité de conserver nos ressources naturelles, dont les forêts, l'eau et l'air.
- **Salubrité et sécurité des aliments** : il faut à la fois accroître la production alimentaire et assurer la salubrité de notre approvisionnement alimentaire grâce à des améliorations des cultures, de l'élevage, des pêches d'espèces sauvages et de l'aquaculture pour pouvoir nourrir une population mondiale en croissance.
- **Énergie propre** : il faut innover pour trouver de nouvelles sources durables d'énergie et utiliser plus efficacement les sources actuelles de combustibles fossiles, dans le respect de l'environnement.



# Prévision de la contribution des biotechnologies au PIB total du Canada, 2006–2030



Centre d'étude sur les niveaux de vie, 2011.

**Une bioéconomie dynamique aide à atteindre les objectifs de sécurité nationale et les objectifs politiques, garantissant aussi que la voix du Canada garde sa pertinence dans les enjeux internationaux.**

Génome Canada mettra en place des mesures qui aideront à développer la bioéconomie canadienne le plus rapidement possible, tout en cherchant à résoudre les difficultés économiques et sociales importantes auxquelles font face le pays et le monde en général. Nous concentrerons nos investissements dans certains des secteurs les plus importants sur le plan économique et social au Canada : l'agriculture, l'énergie, l'environnement, les pêches, la foresterie, la santé humaine et les mines. Le tableau qui commence à la page 3 (encart à volets) souligne l'importance de chaque secteur pour la prospérité

économique du Canada, les défis que doit relever notre pays et la contribution possible de la génomique à la croissance future et à la compétitivité internationale. Le tableau donne également des exemples des projets financés par Génome Canada et les centres régionaux de génomique qui trouvent des solutions à ces difficultés au moyen de la génomique.

Nous voyons déjà des applications réelles de la recherche que nous avons financée et qui procure des avantages économiques et sociaux à la population canadienne, dans tous les secteurs des sciences de la vie. Fait révélateur, ils sont un indicateur hâtif d'une vague encore plus forte d'innovations à venir qui propulsera notre économie dans l'avenir. Le potentiel de la génomique est énorme et nous n'en avons qu'effleuré la surface.

**La politique gouvernementale vise à développer nos différentes ressources énergétiques tout en protégeant l'environnement.**

## Commentaire sur l'innovation

Les méthodes traditionnelles de transformation des découvertes scientifiques en gains commerciaux ou autres continuent de dresser de nombreuses embûches. On reconnaît de plus en plus, en particulier en Amérique du Nord, l'ampleur des défis à relever et la nécessité de s'y attaquer. Le Canada ne fait pas exception.

Divers facteurs de stress systémiques, par exemple le nivellement mondial des règles du jeu économique, la reconnaissance que les pays d'Asie (en particulier la Chine) sont en passe de devenir des moteurs de l'économie et de l'innovation mondiales, la hausse des coûts et le taux de réussite assez faible de méthodes en place, contribuent à une volonté généralisée de concevoir un système qui donne de meilleurs résultats.

Une approche selon laquelle la science sert à résoudre un problème particulier semble susciter beaucoup d'intérêt et vouloir remplacer l'approche selon laquelle les découvertes scientifiques alimentent les activités en aval. Il ne s'agit pas de privilégier l'une au détriment de l'autre en R-D. Il s'agit plutôt d'une reconnaissance grandissante qu'il ne sert à rien de résoudre un problème, s'il n'est pas nécessaire d'y trouver une solution. De plus en plus, il faut des compétences spécialisées en aval pour appliquer les connaissances

« L'innovation est indispensable à l'amélioration de la compétitivité et de l'économie du Canada, ce qui, ensuite, créera des emplois, renforcera l'économie, soutiendra des entreprises concurrentielles à l'échelle mondiale et garantira que les Canadiens et les Canadiennes en profiteront dans tous les aspects de leur vie. »

— Gary Goodyear, ministre des Sciences et de la Technologie, août 2011

« La science progresse plus vite que prévu. »

« La science est exaltante, mais notre défi réside dans la meilleure utilisation possible. »

« Tout est question d'atténuation des risques. Le plus grave serait de sous-estimer la cadence du changement. »

« La recherche translationnelle doit être orientée. C'est là que l'industrie a un rôle à jouer. »

« Nous dépendons des uns des autres en innovation. Il faut nous regrouper. »

« Il sera plus difficile d'être concurrentiel en raison de la mondialisation. »

« Nous n'investissons pas dans le Canada. Nous investissons dans des idées. »

— Commentaires d'experts à BIO Washington, 2011 et BIOFinance, Toronto, 2011

acquises grâce à la science et ainsi créer quelque chose qui aura un impact important. Voilà ce qu'est l'innovation.

La recherche et l'innovation ont des raisons d'être différentes. La recherche vise à acquérir des connaissances, à comprendre et à offrir des possibilités. L'innovation est l'exploitation d'aspects qui vont au-delà de la science pour obtenir un résultat utile sur le plan économique ou social. Lorsque nous parlons d'innovation, toutefois, c'est souvent en termes de recherche, de doctorat et d'autres mesures liées aux sciences. C'est malheureux et parfois déroutant. L'innovation et la recherche sont différentes, comme l'illustre l'exemple suivant.

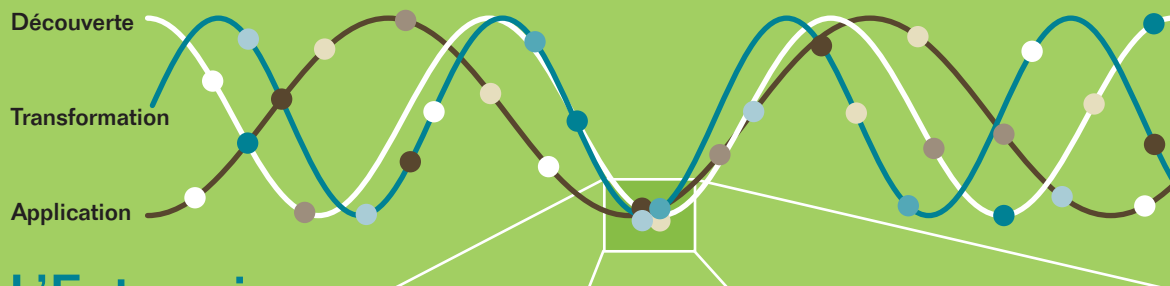
Apple Corporation est largement reconnue comme la société la plus novatrice des États-Unis, mais elle se classe pourtant au 82<sup>e</sup> rang environ en ce qui a trait aux dépenses en R-D! Les atouts d'Apple résident dans le design, la commercialisation et le comportement des consommateurs.

On accorde de plus en plus d'importance aux aspects de la transformation de la recherche, tant le processus que le contenu, afin d'accélérer la transformation des découvertes en applications utiles à la société. Par ailleurs, cette façon de faire renforce l'interdépendance du monde scientifique, de l'industrie, des gouvernements et d'autres communautés qui participent au processus général d'innovation. Il s'agit dorénavant de créer des équipes et des plateformes multidisciplinaires et entièrement intégrées.

Qu'en est-il pour Génome Canada? Nous existons et fonctionnons aux carrefours de tous ces aspects, jetant un pont entre des communautés disparates du secteur public et du secteur privé afin de guider la recherche, d'accélérer sa transformation en usages novateurs et exploiter les avantages de ces innovations au bénéfice de la population canadienne.

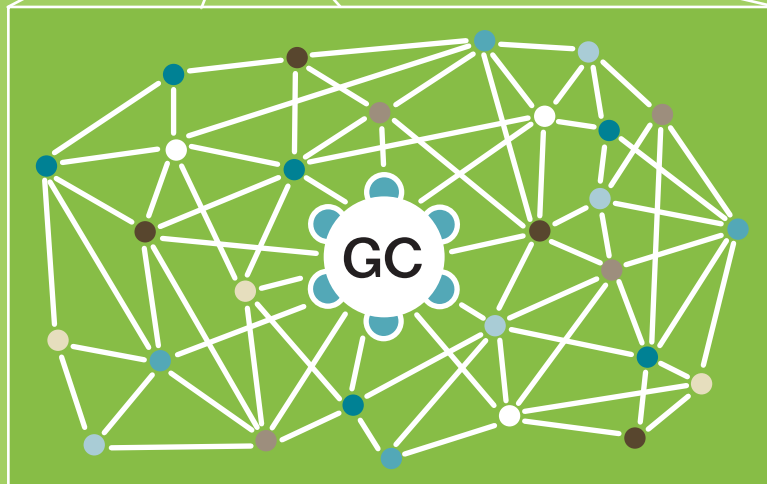
Par la priorité que nous accordons à la formation de partenariats avec l'industrie, par l'importance que nous donnons à tous les aspects de la découverte, de la transformation et des répercussions, nous montrons que nous sommes en bonne position pour les changements à court et à long terme imminents en recherche, au Canada et ailleurs dans le monde. Cette position pourrait s'avérer tout particulièrement avantageuse quand nous multiplierons les liens multinationaux sous forme de partenariats, d'activités de recherche et d'autres entreprises.

## Le continuum d'innovation



## L'Entreprise canadienne de la génomique

-  Génome Canada et les centres régionaux de génomique
-  Sociétés de capital à risque
-  Universités
-  Sociétés
-  Gouvernements
-  Organismes
-  Organisations internationales
-  Groupes de recherche



**Le portrait de l'innovation en génomique.** Génome Canada et les centres régionaux de génomique sont au cœur d'un riche réseau de collaboration composé de personnes et d'organismes qui œuvrent à la découverte, à la transformation et à l'application des connaissances en génomique.

L'Entreprise de la génomique est un réseau complexe et grandissant de groupes de recherche, de sociétés, d'universités, de sociétés de capital à risque, de gouvernements, d'organismes

subventionnaires, d'organisations internationales et autres. Ses membres créent et renforcent sans cesse des liens au Canada et ailleurs dans le monde afin de concevoir des innovations en génomique qui procureront des avantages à tous les Canadiens.

L'innovation en génomique est un continuum de liens, de processus et de résultats. Elle stimule l'interaction et le croisement constants des membres de l'Entreprise de la génomique, des nouvelles découvertes

issues des travaux de recherche, des divers moyens de transformer ces découvertes en applications utiles, de même que la mise au point d'applications conçues pour résoudre des problèmes sociétaux; elle est en même temps stimulée par tous ces facteurs.

Dans ce contexte, Génome Canada et les centres régionaux de génomique jouent un rôle central en appuyant tous les aspects du continuum d'innovation, en faisant grandir l'Entreprise de la génomique et en faisant le lien entre ses membres.

# Notre plan pour les cinq prochaines années

En quelques mots, l'influence de la génomique s'intensifie dans presque tous les secteurs importants pour les Canadiens et les Canadiennes, entre autres aux égards suivants :

**Les progrès et les découvertes scientifiques :** La recherche en génomique aide à mieux comprendre et saisir les fondements génétiques et montre la voie dans laquelle nous engager pour que ces progrès et découvertes favorisent la croissance de nos secteurs d'activité, nous aident à bâtir notre économie et à faire progresser notre société. Ces possibilités viennent de notre capacité et du perfectionnement de plus en plus grands de nos infrastructures scientifiques, par exemple les personnes et les organisations qui mènent des recherches en génomique et la technologie qui appuie leurs entreprises.

**La transformation de la science en résultats tangibles :** Chaque application de la génomique qui résout un problème réel est une autre étape dans l'apprentissage des moyens à mettre en œuvre pour tirer les meilleurs avantages possible de la science. La génomique quitte le laboratoire et stimule l'innovation dans la riche mosaïque d'organismes du secteur public et du secteur privé qui s'emploient à résoudre les problèmes auxquels fait face le Canada dans des domaines comme la santé humaine, la viabilité de l'environnement, la salubrité et la sécurité des aliments, et l'énergie propre.

**Les répercussions sur le mode de vie canadien :** La bioéconomie canadienne – fondée sur la génomique – devient l'un des atouts stratégiques les plus importants du pays. En même temps, les Canadiens et les Canadiennes se tournent de plus en plus vers la biotechnologie pour trouver des solutions aux problèmes évoqués précédemment. Autrement dit, la bioéconomie façonne de plus en plus notre société.

La génomique est très prometteuse. Pour tenir ces promesses, il faut se concentrer, fixer des priorités, montrer la voie et assurer la coordination.

Nous avons l'intention de favoriser le développement de la génomique à son plein potentiel. À cette fin, nous lançons le présent plan stratégique, fondé sur une nouvelle vision et une nouvelle mission audacieuses, qui conviendra aux cinq prochaines années et qui reflète les grands espoirs que fait naître la génomique.

## Notre vision

Mobiliser le pouvoir de transformation de la génomique pour procurer des avantages à la population canadienne.

## Notre mission

Diriger l'Entreprise canadienne de la génomique et, pour ce,

- tisser des liens entre les idées et les personnes, tant dans le secteur public que le secteur privé, pour trouver de nouveaux usages et de nouvelles applications à la génomique;
- investir dans les grands projets scientifiques et la technologie pour stimuler l'innovation;
- transformer les découvertes en applications afin d'en maximiser l'impact dans tous les secteurs.

À l'avenir, Génome Canada accordera plus d'importance aux aspects de la transformation de l'innovation en appliquant les connaissances acquises grâce à la recherche pour faire croître la bioéconomie canadienne et résoudre des problèmes concrets. Autrement dit, nous nous concentrerons davantage sur l'aboutissement du processus de recherche : la mise au point d'applications qui mèneront à des avantages économiques et sociaux pour la population canadienne. Nous continuerons évidemment de financer

« Les répercussions les plus marquées viennent de la recherche qui crée de liens de collaboration solides entre l'industrie et la science. Nous donnons aux chercheurs un aperçu unique des enjeux et des défis auxquels nous faisons face et nous les aidons à faire en sorte que leurs travaux contribuent à la compétitivité du secteur, sur le plan pratique. Grâce à ses programmes de grande envergure et à sa portée nationale, Génome Canada est le seul organisme du pays en position de créer des collaborations nationales et internationales et d'aller chercher le financement de l'industrie et d'autres gouvernements. Les deux projets à grande échelle menés par l'Alberta et auxquels nous participons sont de très bons exemples de la capacité de Génome Canada de réunir les chefs de file de la recherche en génomique animale, de l'industrie et des bailleurs de fonds provinciaux dans un effort pancanadien – en fait, international. »

— M. David Chalack, président  
Alberta Livestock and Meat Agency

la recherche et d'alimenter les découvertes, mais nous concentrerons aussi nos efforts sur l'aboutissement de la recherche, pour souligner encore plus l'importance que nous accordons à son application.

Ce changement d'orientation modèlera à peu près tout ce que nous faisons, depuis l'établissement des priorités stratégiques, par exemple, jusqu'à l'influence sur la nature des partenariats que nous formerons, en passant par la façon dont nous concevons les programmes et déterminons les critères de sélection des secteurs dans lesquels nous investirons.

À cette fin, nous avons établi quatre objectifs essentiels pour la période de 2012 à 2017. Nous avons ensuite lié à chacun de ces objectifs un ensemble de stratégies principales qui, en plus de l'atteinte des objectifs, faciliteront l'essor et l'interconnexion de l'Entreprise canadienne de la génomique, en particulier les liens avec l'industrie.

## Objectifs et stratégies

### OBJECTIF N° 1

#### Répondre aux besoins sociétaux en favorisant les découvertes et en accélérant leur transformation en applications

Pour atteindre cet objectif, nous voulons :

**Faire participer les experts et les utilisateurs finaux en aval à l'établissement des priorités et à la conception des programmes :** Privilégier la transformation et l'innovation signifie qu'une part accrue des travaux de recherche s'inspirera de besoins définis. Dans ce contexte de la recherche « axée sur un objectif précis », les experts sectoriels, les experts des applications de même que les utilisateurs finaux devront participer beaucoup plus tôt au processus général et y avoir beaucoup plus d'influence. À cette fin, nous créerons des mécanismes de participation des secteurs public et privé pour conseiller Génome Canada sur la conception de programmes et guider les équipes de recherche sur les répercussions et les applications possibles de leurs travaux, dès le début du processus des propositions.

**Coordonner l'élaboration de programmes qui faciliteront l'intégration de bout en bout de la recherche et son application :** Chaque personne ou organisation qui fait partie de l'Entreprise canadienne de la génomique joue un rôle précis dans la transformation de cette science en applications. Génome Canada travaillera en concertation avec d'autres membres de l'Entreprise à bâtir un portefeuille homogène de programmes qui optimiseront tout le continuum d'innovation, depuis la recherche et la découverte à la recherche appliquée, à la transformation et à la commercialisation, en passant par le développement et la démonstration. Bref, nous déterminerons quels programmes s'imposent et qui est le mieux à même de les fournir.

**Élaborer des modèles novateurs de partenariats public-privé :** Le secteur public comme le secteur privé cherchent de nouveaux modèles de partenariat pour accélérer le cheminement de la découverte vers les applications et commercialiser davantage les innovations. Ces partenariats sont un moyen efficace de mettre en commun des ressources et des compétences spécialisées, de réduire le doublement des efforts et d'atténuer les risques initiaux. De plus en plus, l'industrie délaisse le modèle de « recherche-développement » pour s'orienter vers le modèle d'« exploration-développement », en raison des coûts croissants de la recherche fondamentale. Les organisations du secteur public, quant à elles, cherchent à tirer plus profit des projets scientifiques qu'elles ont entrepris. Génome Canada examinera des moyens novateurs de collaborer avec l'industrie pour bâtir des partenariats public-privé plus efficaces dans tous les secteurs.

### **Préconiser l'esprit d'entreprise dans la communauté scientifique**

**scientifique** : L'un des moyens peut-être le plus rapide d'inculquer une mentalité axée sur les applications consiste à cultiver l'esprit d'entreprise dans la communauté scientifique canadienne. Pour ce faire, nous donnerons plus d'ampleur à des programmes de Génome Canada comme le Programme d'éducation à l'entrepreneuriat en génomique, pour aider les chercheurs à mieux comprendre comment valoriser et mettre à profit les résultats de leurs travaux de recherche et les transformer en applications, en produits, en technologies, en systèmes et en processus commercialisables.

### **Appuyer les grands projets scientifiques concurrentiels à l'échelle internationale**

**à l'échelle internationale** : Génome Canada continuera d'appuyer les chercheurs canadiens qui font progresser les connaissances en investissant dans des projets de recherche à grande échelle dans les secteurs importants sur le plan stratégique pour le Canada, soit l'agriculture, l'énergie, l'environnement, les pêches, les forêts, la santé humaine et les mines. Nos investissements seront davantage canalisés pour que les travaux de recherche que nous financerons se fassent dans une compréhension claire de l'objectif ultime. Guidés par le Comité consultatif science et industrie de Génome Canada, nous fixerons les priorités en fonction des secteurs, en collaboration avec les partenaires et les experts sectoriels, pour déterminer les domaines où il est le plus rentable d'investir dans chaque secteur et les partenariats stratégiques – à l'intérieur des secteurs, et entre eux – qui seront les mieux à même de mener à une transformation fructueuse des travaux.

### **Fournir des technologies d'avant-garde aux chercheurs canadiens**

**canadiens** : L'accès aux technologies les plus perfectionnées est indispensable à la réussite de l'Entreprise canadienne de la génomique. Pour ce faire, nous aurons recours à une approche en deux volets : soutien accru des centres d'innovation de science et de technologie (CIST) pour s'assurer qu'ils demeurent à l'avant-scène du progrès; et création de programmes axés sur les technologies de pointe. Des mécanismes de financement seront mis en place pour assurer un soutien à long terme aux CIST pour qu'ils puissent ainsi se doter en temps opportun du nouvel équipement et des nouvelles technologies sur le marché. Un réseau national de CIST sera créé pour que les centres puissent travailler en collaboration, échanger des pratiques exemplaires, des compétences spécialisées et des innovations. Des concours de développement des technologies seront offerts tant aux CIST qu'aux laboratoires de recherche individuels pour que de nouveaux outils et de nouvelles technologies soient mis au point et que la recherche en génomique puisse progresser. Un programme particulier axé sur les secteurs de la bioinformatique et de la biologie computationnelle est en cours de création pour relever les défis posés par les grands volumes de données produits par les technologies de transformation.

## **OBJECTIF N° 2**

### **Attirer plus d'investissements dans la recherche en génomique d'un large éventail d'intervenants, en particulier le secteur privé**

Au cours de la dernière décennie, la capacité de recherche en génomique a considérablement augmenté grâce aux investissements prudents du gouvernement du Canada et d'autres intervenants. Ce financement a aidé à créer une communauté de chercheurs dynamique et solide partout au Canada où il n'y en avait pas auparavant. Grâce à l'aide du gouvernement fédéral, le Canada est devenu un chef de file mondial dans de nombreux aspects de la génomique; le pays a joué un rôle central dans plusieurs projets de recherche internationaux, et de nouvelles découvertes et innovations ont été faites dans des secteurs clés de l'économie canadienne, ce qui a mené à des avantages concrets pour la population canadienne.

Le gouvernement du Canada a investi 915 millions de dollars au cours des dix dernières années dans la recherche en génomique par le truchement de Génome Canada. À leur tour, Génome Canada et les centres régionaux de génomique ont obtenu, par l'effet de levier de ces investissements, plus d'un milliard de dollars. Ce financement additionnel provient de la création de relations de collaboration et de partenariats avec des organismes du secteur privé et du secteur public au Canada et à l'étranger en vue du financement mixte de projets à grande échelle en génomique.

En raison d'éléments aussi prometteurs, il faut créer de nouveaux programmes, de nouveaux partenariats et investir davantage. Pour répondre à cette demande, Génome Canada adoptera une approche en deux volets.

En premier lieu, nous demandons au gouvernement du Canada de s'engager dans un financement pluriannuel stable pour montrer à nos partenaires potentiels, en particulier le secteur privé, la volonté du gouvernement de concrétiser les priorités stratégiques dans les secteurs respectifs et d'encourager la croissance de la bioéconomie canadienne (se reporter aux aspects financiers pour de plus amples détails). En second lieu, nous proposons de mobiliser substantiellement les investissements gouvernementaux en doublant presque les investissements d'autres bailleurs de fonds par la création de partenariats stratégiques. Pour ce faire, nous voulons :

**Créer des partenariats stratégiques** : Génome Canada obtiendra des fonds additionnels pour la recherche en génomique en collaborant avec les centres de génomique pour créer des partenariats stratégiques avec des organismes nationaux et internationaux qui représentent les secteurs public et privé. En particulier, nous chercherons à intensifier les relations avec l'industrie qui, avec d'autres investisseurs du secteur privé, assure actuellement 15 % environ du cofinancement, afin de doubler le soutien

industriel. Le soutien et la participation de l'industrie offriront aussi d'autres avantages à nos programmes. Ces partenariats feront voir de nouveaux points de vue, dont l'expertise commerciale, une approche entrepreneuriale et une insistance plus marquée sur les applications qui offrent des avantages économiques et sociaux réels. Nous axerons également nos efforts sur l'approfondissement de nos liens avec d'autres organismes du secteur privé et d'autres entités fédérales pour rechercher les possibilités de travailler en collaboration dans les domaines qui font partie de leur mandat et dans lesquels la génomique peut avoir un impact considérable. Il pourra s'agir des organismes subventionnaires (Instituts de recherche en santé du Canada, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie et Conseil de recherches en sciences humaines), de la Fondation canadienne pour l'innovation, du Conseil national de recherches, de Technologies du développement durable du Canada, des organismes de développement économique, et des ministères fédéraux à vocation scientifique (principalement par le biais de l'Initiative de recherche-développement en génomique).

#### **Créer des programmes axés sur les priorités régionales :**

Notre mode de fonctionnement nous permet d'être des chefs de file nationaux tout en répondant aux priorités locales et régionales, par l'entremise des centres régionaux de génomique. À l'avenir, nous continuerons de travailler avec ces centres et leurs intervenants clés tels que les gouvernements provinciaux et les organismes de développement régional, pour susciter les possibilités de financement axées sur les priorités de chaque région, ce qui attirera davantage d'investissements des partenaires régionaux. Nous appuierons aussi les centres de génomique dans leurs efforts pour trouver du financement et mener à bien les programmes dans leurs propres régions, axés sur les priorités régionales, et nous les appuierons en ce sens.

### **OBJECTIF N° 3**

**Accroître l'impact de la génomique en transformant les connaissances sur les enjeux et les possibilités d'ordre éthique, environnemental, économique, légal et social en solides politiques et pratiques.**

On s'attend à ce que la génomique soit, à l'avenir, un fondement de nombreux aspects du mode de vie canadien. Pour cette raison, il faut tenir compte des répercussions possibles de points de vue qui dépassent la science et la technologie, entre autres les aspects éthiques, environnementaux, économiques, légaux et sociaux de la recherche en génomique.

Ces points de vue peuvent s'obtenir de diverses manières. À Génome Canada, nous procédons de manière unique : nous appuyons les travaux de recherche effectués dans diverses disciplines des sciences sociales et humaines qui vont de la recherche fondamentale à la recherche appliquée, de

l'exploration aux interventions dans des projets pilotes basés sur des faits avérés. Notre expérience nous montre que cette recherche peut donner une compréhension approfondie et indispensable de la science et de la technologie dans le contexte d'autres aspects de la société et peut contribuer à ne pas confiner la génomique au laboratoire, mais à l'apporter sur le marché, à la clinique et dans la société en général. Les utilisateurs finaux et le public canadien peuvent également contribuer valablement à la compréhension des enjeux et des possibilités au carrefour de la génomique et de la société. Génome Canada est reconnue à l'échelle internationale pour ses compétences dans ces aspects de la recherche, entre autres pour son modèle très innovant de recherche intégrée. Sans cette approche, on aborderait ces sujets de manière fragmentée et les progrès de la génomique auraient beaucoup moins de chances de se transformer en avantages économiques et sociaux. Ces transformations seraient, à tout le moins, considérablement ralenties.

Nous sommes résolu à diriger l'Entreprise canadienne de la génomique et à transformer les connaissances sur les possibilités et les enjeux éthiques, environnementaux, économiques, légaux et sociaux en politiques et en pratiques exemplaires qui amélioreront l'impact de la génomique. Pour atteindre cet objectif, nous voulons :

#### **Mettre en place des modèles novateurs de recherche**

**axés sur la collaboration :** Pour accélérer la transformation des découvertes en applications, il faut des chercheurs en génomique, en sciences sociales et en sciences humaines qui parviennent à bien arrimer leurs travaux et qui travaillent en concertation. Pour ce faire, nous multiplierons les collaborations entre ces groupes et d'autres intervenants stratégiques et crédibles de l'Entreprise de la génomique, et nous tirerons profit des forces régionales et des compétences nationales et internationales dans tous les secteurs.

#### **Donner forme au continuum d'innovation :**

Ces collaborations peuvent fournir des fondements solides aux décisions et aux mesures à prendre dans les projets de génomique; elles peuvent également influencer les activités d'autres intervenants de l'Entreprise de la génomique et d'ailleurs. À cette fin, nous accélérerons la création et la diffusion de l'information afin d'établir de vastes réseaux de savoir et de soutien qui, s'ils disposent de connaissances solides et concrètes, feront figure d'autorité et auront plus d'influence pour améliorer le pipeline des innovations.

#### **Accroître la responsabilité par l'engagement :**

Le soutien de la génomique dépend dans une grande mesure de sa capacité de répondre aux besoins, aux aspirations et aux valeurs des Canadiens et des Canadiennes. Pour ce, il doit exister un engagement réel du public et de l'Entreprise de la génomique, et les décideurs, à tous les niveaux, tout comme les chercheurs, doivent entendre les opinions qui émaneront du public. Par des modes de consultation établis, Génome Canada réunira divers auditoires intéressés qui examineront les ramifications de la génomique dans la société, fixeront des objectifs communs et participeront activement à l'Entreprise canadienne de la génomique.

## OBJECTIF N° 4

### Mieux reconnaître la valeur de la génomique en faisant mieux comprendre cette science, ses applications et ses implications aux intervenants

Toute la grande entreprise de la génomique et la capacité du Canada de réaliser des progrès et de tirer profit des investissements dans la recherche en génomique et l'innovation dépendront de la reconnaissance, de l'acceptation, de l'interaction et du soutien généralisés des intervenants. Pour réussir, il faudra savoir, dans une grande mesure, mettre en valeur l'action conjuguée des activités de la génomique et d'autres aspects de la vie canadienne et en faire valoir la valeur pour la prospérité économique, les progrès scientifiques et techniques, la capacité accrue des ressources, et plus encore.

À cette fin, Génome Canada entend fournir aux intervenants une information et des points de vue de haute qualité qui favoriseront le débat sur les enjeux et façonneront le dialogue national sur le rôle, l'importance et la place de la génomique dans la société canadienne. Pour atteindre cet objectif, nous voulons :

**Bâtir une infrastructure de communication de calibre mondial à l'aide de modèles, d'outils et de méthodologies évolués :** Génome Canada mettra en œuvre un modèle évolué de planification intégrée des communications qui tient compte des rôles stratégiques de diverses disciplines et des communications et les regroupe pour offrir clarté, cohérence et impact maximal. À l'appui de ce modèle, Génome Canada utilisera un ensemble varié d'outils de gestion des relations, de méthodes de diffusion, de véhicules de communication, de même que de techniques de mesure et d'évaluation du rendement.

**Tisser des liens avec d'autres membres de l'Entreprise de la génomique et entre eux :** Génome Canada misera sur ses antécédents fructueux de commandites de conférences et d'événements et de participation à ces derniers pour intensifier ses efforts. En étant au « cœur » de l'Entreprise de la génomique, nous occuperons une place privilégiée

pour rassembler les points de vue d'un large éventail de groupes d'intérêt, notamment les chercheurs, les bailleurs de fonds, les décideurs et l'industrie, sous la forme et aux fins nécessaires.

**S'associer avec des organismes qui poursuivent des objectifs d'innovation analogues, en particulier dans les secteurs clés :** Au-delà de la génomique, d'autres organismes souhaitent eux aussi faire mieux comprendre le rôle et l'importance de la science et de l'innovation aux intervenants. Génome Canada s'emploiera à former des alliances, des partenariats, des collaborations et d'autres initiatives avec ces organismes afin d'utiliser plus efficacement les ressources en communications et les efforts de chacun d'entre eux pour influencer plus largement la perception et le soutien du public.

**Communiquer les avantages et les répercussions de la recherche en génomique et de ses activités connexes :** Génome Canada s'emploiera, en concertation, à fournir une information synoptique de haute qualité sur la génomique, ce qui contribuera à créer un contexte et un point de vue pour les découvertes de la recherche, et souligner la valeur des innovations de la génomique, tout en tenant compte des répercussions sur le progrès et la prospérité du Canada.

## Résultats

Nous avons à cœur de réaliser notre vision, à savoir

### Mobiliser le pouvoir de transformation de la génomique pour procurer des avantages à la population canadienne

Nous avons élaboré ce plan stratégique pour concrétiser notre vision. D'ici 2017, Génome Canada s'efforcera d'obtenir les résultats suivants et s'engage à élaborer des indicateurs précis pour chacun d'eux afin de mesurer et de comparer les progrès réalisés (le tableau ci-dessous présente des exemples de mesure du rendement). Ces indicateurs contribueront à un effort vaste et concerté de Génome Canada d'évaluer, en continu et systématiquement, l'impact et les résultats de ses investissements en recherche.



## Résultat

## Exemples de mesure du rendement

Approfondissement des connaissances en génomique dans les secteurs économiques importants pour le Canada

- Résultat des travaux de recherche en génomique par secteur
- Ampleur de la reconnaissance de l'importance de la génomique dans le secteur par les chefs de file sectoriels
- Niveau des investissements par secteur

Applications aux répercussions favorables sur les politiques, la réglementation, le développement économique et la qualité de vie

- Contributions au développement de technologies, de produits et d'appareils
- Prise en compte des résultats de recherche dans l'élaboration des politiques et la pratique

Augmentation des investissements d'un large éventail d'intervenants, en particulier le secteur privé, dans la recherche en génomique

- Niveau des investissements
- Nombre de nouvelles sources de financement
- Ampleur du soutien du secteur privé

Rôle et influence accrus des aspects éthiques, environnementaux, économiques, légaux et sociaux dans l'évolution de la recherche en génomique et ses résultats

- Nouveaux modèles de collaboration faisant appel à plus d'intervenants
- Plus de « boucles de rétroaction » dans le processus d'innovation
- Reconnaissance internationale de la qualité des approches et des modèles canadiens

Meilleure appréciation par les intervenants du potentiel de la génomique et de son impact sur la société

- Sensibilisation du public à la génomique et meilleure perception de son importance
- Perception des avantages de la génomique dans les secteurs clés par les intervenants
- Reconnaissance en tant que source digne de confiance d'information de haute qualité, à l'échelle nationale et internationale

## Mise en œuvre du plan

Le présent plan stratégique fixe des cibles ambitieuses et Génome Canada est en très bonne position pour mettre en œuvre ce plan, grâce en grande partie à notre structure organisationnelle et au calibre élevé de nos membres.

Nous fonctionnons dans un cadre de gouvernance qui reflète notre situation de société sans but lucratif. Nous mettons en œuvre des pratiques modernes de gouvernance pour nous assurer de la surveillance efficace de notre société et améliorer notre transparence et responsabilité à l'égard du public et du gouvernement du Canada.

Notre **conseil d'administration** est un regroupement diversifié de chefs de file canadiens et internationaux renommés provenant du milieu universitaire, du secteur public et du secteur privé. Les membres de notre conseil d'administration sont individuellement et collectivement résolus à concrétiser la mission de Génome Canada et à mettre à profit leur expérience et leurs compétences spécialisées pour nous mener à la réussite.

Comme son nom l'indique, le **Comité consultatif science et industrie** se compose d'éminents chercheurs canadiens et internationaux, de gens d'affaires et d'administrateurs scientifiques qui possèdent une expérience variée dans de nombreux secteurs d'importance stratégique pour le Canada.

Génome Canada dispose d'une **équipe de direction** solide, compétente, qui sait gérer des investissements financiers considérables, superviser des programmes de financement de la recherche à grande échelle, créer et

gérer des partenariats et des consortiums nationaux et internationaux auxquels participent les secteurs public et privé. Notre équipe se compose de spécialistes chevronnés et respectés dans les domaines des sciences, des finances, des relations gouvernementales, des communications, de la gestion et de l'administration.

Nous sommes soucieux de l'excellence opérationnelle et administrative dans tous les aspects de notre travail. Nous appliquons des normes rigoureuses de reddition des comptes pour les investissements en recherche. En alliant un processus d'évaluation scientifique par des pairs de calibre mondial et un examen diligent des finances et de la gestion, nous nous assurons de financer que les projets d'une grande excellence et les plus susceptibles de réussir. Une fois financés, les projets sont l'objet d'une surveillance continue des centres régionaux de génomique et d'une évaluation provisoire officielle de Génome Canada. Nous continuons d'améliorer nos processus de gestion et d'évaluation du rendement et nous gérons nos frais généraux et nos frais d'administration avec économie et efficience.

Les **centres régionaux de génomique** offrent une vaste expérience de l'établissement de liens et de partenariats qui leur permettent de répondre aux besoins et aux priorités de leur région respective, de rassembler des fonds, de gérer et de surveiller les projets de recherche. Génome Canada et les centres de génomique travaillent en étroite collaboration pour faire correspondre le mieux possible et compléter les initiatives régionales et les objectifs nationaux.

# Annexes

## Annexe A Préparation du plan stratégique

Génome Canada amorce sa deuxième décennie et peut faire état de solides réalisations et de l'exécution, en grande partie, de son mandat initial, soit d'élaborer une stratégie nationale en génomique.

Maintenant, compte tenu du rythme accéléré des progrès en génomique sur le plan de la recherche, des technologies, des applications et de l'influence, il est temps d'adopter une nouvelle stratégie qui tiendra compte davantage des réalités actuelles et futures, entre autres de la pénétration généralisée des solutions de la génomique dans de nombreux secteurs d'importance stratégique et économique pour le pays et la progression de la bioéconomie.

Nos antécédents de réalisations et de réussites, ajoutés à nos nouvelles priorités décrites dans le présent plan, placent Génome Canada dans une solide position pour accélérer la concrétisation des avantages économiques et sociaux de la recherche en génomique, appuyant ainsi le gouvernement dans la nouvelle orientation qu'il a prise.

Pour bâtir notre plan, Génome Canada a complété sa propre réflexion par des consultations nombreuses d'intervenants, par exemple :

- des représentants des six centres régionaux de génomique
- des personnes ou des organismes qui œuvrent dans le financement de la recherche en génomique (y compris d'autres organismes de financement, des organismes et des ministères fédéraux et provinciaux et le secteur privé)
- des personnes ou des organismes qui mènent des recherches (chercheurs, établissements de recherche, représentants universitaires)
- des personnes ou des organismes qui utilisent les résultats des recherches (organismes non gouvernementaux, entreprises de biotechnologie et entreprises pharmaceutiques, utilisateurs finaux sectoriels et associations industrielles), et les membres du Comité consultatif science et industrie de Génome Canada (CCSI).

Au total, plus de 160 personnes de plus de 70 organismes ont été consultées tout au long de la préparation du plan stratégique. Nous leur exprimons tous nos remerciements et toute notre gratitude.

Afexa Life Sciences Inc.	Michael Smith Foundation for Health Research
Agriculture et Agroalimentaire Canada	Montréal In Vivo
Alberta Innovates - Bio Solutions Corporation	Conseil national de recherches
Association canadienne des institutions de santé universitaires	Institut de biotechnologie des plantes du Conseil national de recherches
Association des universités et collèges du Canada	Ressources naturelles Canada
Agence de promotion économique du Canada atlantique	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
BIOTECCanada	NeoVentures Biotechnology
British Columbia Cancer Agency	Ministère du Développement économique et rural de la Nouvelle-Écosse
British Columbia Centre for Disease Control	Ocean Fisheries Ltd.
Fondation canadienne pour l'innovation	Institut de génomique de l'Ontario
Société canadienne du cancer	Ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario
Agence canadienne d'inspection des aliments	Pfizer Canada
Instituts de recherche en santé du Canada	Agence de santé publique du Canada
Caprion Proteomics	Quantum Genetics Canada Inc.
Centre for Drug Research and Development (BC)	Rx&D
Centre hospitalier de l'Université de Montréal	Samuel Lunenfeld Research Institute
Université Dalhousie	Sanofi-Aventis Canada
Agence de développement économique du Canada pour les régions du Québec	Université Simon Fraser
Environnement Canada	Conseil de recherches en sciences humaines du Canada
Pêches et Océans Canada	Technologies du développement durable Canada
Génome Alberta	Université de l'Alberta
Génome Atlantique	Université de la Colombie-Britannique
Génome Colombie-Britannique	Université de Calgary
Comité consultatif science et industrie de Génome Canada	Université de Guelph
Génome Prairie	Université de Lethbridge
Génome Québec	Université du Manitoba
Santé Canada	Université de Northern BC
Coalition canadienne des organismes de bienfaisance en santé	Université de la Saskatchewan
iCAPTURE Centre (BC)	Université de Toronto
Innovation Saskatchewan	Université de Victoria
Innovation, Énergie et Mines du Manitoba	Université de Waterloo
Manitoba Institute of Cell Biology	Université de Western Ontario
MaRS Innovation	Vaccine and Infectious Disease Organization
Université Memorial de Terre-Neuve	Diversification de l'économie de l'Ouest Canada
Merck Frosst Canada	Xenon Pharmaceuticals Inc.

## Annexe B : Bibliographie

1. Agriculture et Agroalimentaire Canada, AAC (2011). Vue d'ensemble du système agricole et agroalimentaire canadien 2011. Extrait de <http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1295963199087&lang=fra>
2. Nations Unies (2004). World Population to 2300.
3. Agence canadienne d'inspection des aliments. ACIA (2007). Plan de renouvellement de l'ACIA 2008-2013. Extrait de <http://www.inspection.gc.ca/francais/hrrh/renpla/renplanf.shtml>
4. Office national de l'énergie (2010). Aperçu de la situation énergétique au Canada 2010 – Note d'information sur l'énergie. Extrait de <http://www.neb-one.gc.ca/clf-nsi/rmrgynfntn/rgyprprt/rgyvrw/cndnrgyvrw2010/cndnrgyvrw2010-fra.html>
5. Ressources naturelles Canada (2011). À propos de l'énergie renouvelable. Extrait de <http://www.mcan.gc.ca/energie/renouvelable/1616>
6. Ministère de la Justice, Canada (2011). *Règlement sur les carburants renouvelables*. Extrait de <http://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-2010-189.pdf>
7. KD Communications (Karen Daynard) et Terry Daynard (2011). What are the Effects of Biofuels and Bioproducts on the Environment, Crop and Food Prices and World Hunger? Extrait de <http://www.gfo.ca/LinkClick.aspx?fileticket=HKFOeU3cHTI%3d&tabid=139>
8. Industrie Canada (2010). Industries environnementales canadiennes : profil des industries. Extrait de [http://www.ic.gc.ca/eic/site/ea-ae.nsf/eng/h\\_ea02247.html](http://www.ic.gc.ca/eic/site/ea-ae.nsf/eng/h_ea02247.html) (site Web maintenant fermé)
9. Pêches et Océans Canada (2011). Durabilité du poisson et des produits de la mer. Extrait de <http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/sustainable-durable/index-fra.htm>
10. Nations Unies (2004). World Population to 2300.
11. Pêches et Océans Canada (2011). Durabilité du poisson et des produits de la mer. Extrait de <http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/sustainable-durable/index-fra.htm>
12. Association des produits forestiers du Canada, APFC (2011). Le nouveau visage de l'industrie forestière canadienne.
13. Gouvernement de la Colombie-Britannique (2011). Communiqué « \$9 million for fight against mountain pine beetle. » Extrait de [http://www2.news.gov.bc.ca/news-releases\\_2009-2013/2011JTI0056-000378.htm](http://www2.news.gov.bc.ca/news-releases_2009-2013/2011JTI0056-000378.htm)
14. Institut canadien d'information sur la santé, ICIS (2010). Tendances des dépenses nationales de santé, 1975 à 2010.
15. Snowdon, A., Shell, J., et Leitch, K.K. (2010). Innovation Takes Leadership: Opportunities & Challenges for Canada's Health Care System. The Ivey Centre for Health Innovation and Leadership. Extrait de <http://blogs.ivey.ca/ichil/files/2010/09/White-Paper.pdf>  
<http://sites.ivey.ca/ichil/files/2010/09/White-Paper.pdf>
16. Battelle Technology Partnership Practice (2011). Economic Impact of the Human Genome Project.
17. Organisation de Coopération et de Développement Économiques, OCDE (2009). *La Bioéconomie à l'horizon 2030 : quel programme d'action?*
18. L'association minière du Canada (2011). Extrait de <http://www.mining.ca/site/index.php/fr/>
19. L'association minière du Canada (2011). Extrait de <http://www.mining.ca/site/index.php/fr/>
20. Génome Colombie-Britannique (2007). Towards a Mining Sector Strategy. Extrait de <http://www.genomebc.ca/index.php?cID=65>
21. Science-Metrix. (2008). Benchmarking of Canadian Genomics – 1996-1997.
22. Science-Metrix. (2008). Benchmarking of Canadian Genomics – 1996-1997.
23. Science-Metrix. (2008). Benchmarking of Canadian Genomics – 1996-1997.
24. Organisation de Coopération et de Développement Économiques, OCDE (2009). *La Bioéconomie à l'horizon 2030 : quel programme d'action?*
25. Centre d'étude des niveaux de vie. (2011). Measuring the Contribution of Modern Biotechnology to the Canadian Economy. Nota : Le rapport du Centre d'étude des niveaux de vie décrit les principaux intervenants des activités de biotechnologie et les divise en deux groupes : les producteurs et les utilisateurs de la biotechnologie. Les auteurs utilisent ensuite les données de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie (et d'autres sources) pour calculer la valeur ajoutée des activités de la biotechnologie au moyen d'une méthode basée sur le revenu. Cette méthode exclut la valeur ajoutée des secteurs fournisseurs d'intrants au secteur de la biotechnologie (industries en amont) et les secteurs qui utilisent quelque peu les produits et services de la biotechnologie (industries en aval). Les effets multiplicateurs sont également exclus.



**Genome**Canada

[www.genomecanada.ca](http://www.genomecanada.ca)