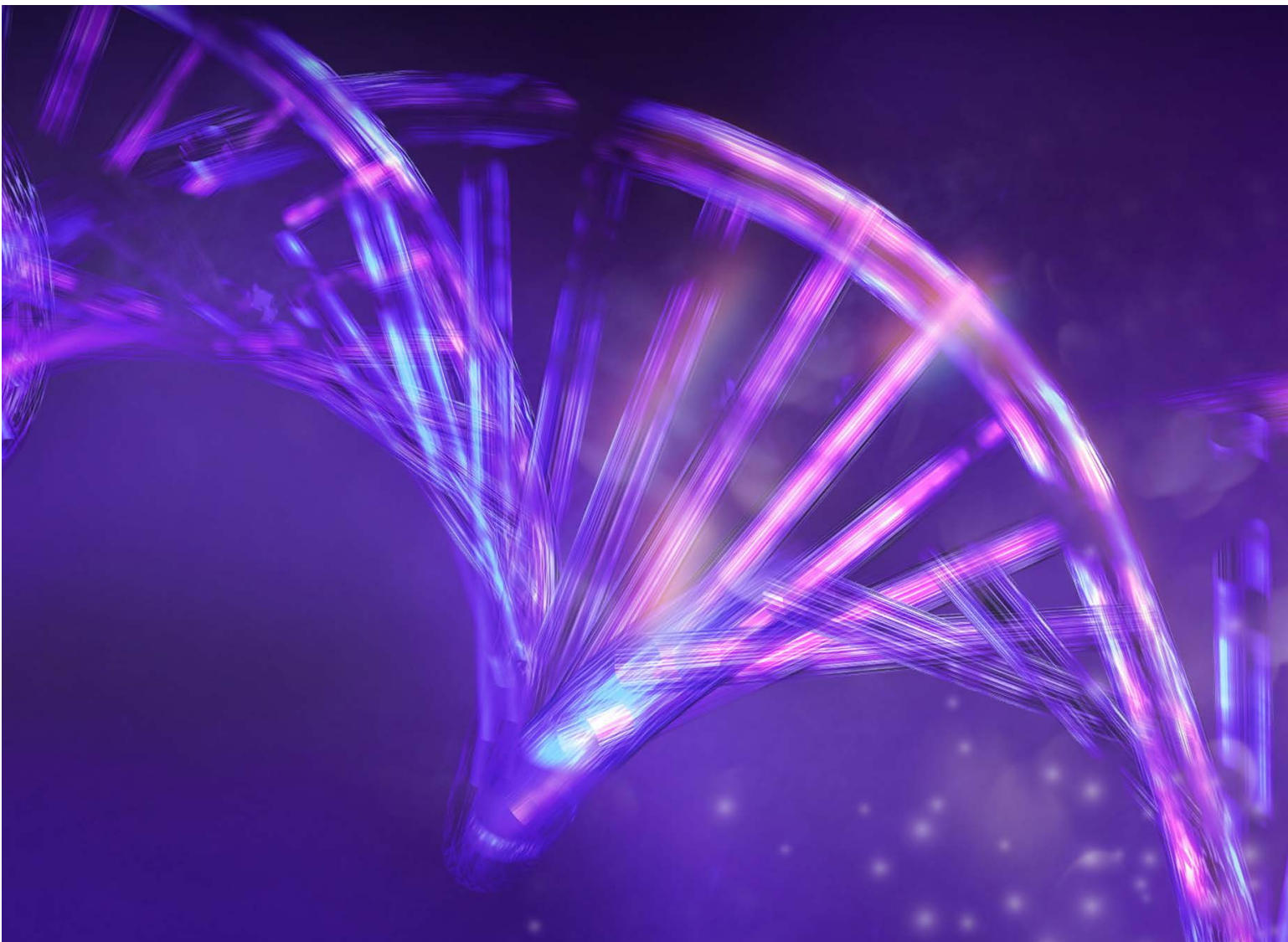


# Ce que nous avons entendu

Stratégie pancanadienne en matière de génomique



Gouvernement  
du Canada

Government  
of Canada

Canada 

Cette publication est également offerte en ligne :  
<https://ised-isde.canada.ca/site/genomique/fr/strategie-pancanadienne-matiere-genomique-rapport-nous-avons-entendu>

Pour obtenir un exemplaire de cette publication ou un format substitut (Braille, gros caractères, etc.), veuillez remplir le formulaire de demande de publication : [www.ic.gc.ca/demande-publication](http://www.ic.gc.ca/demande-publication) ou communiquer avec :

Centre de services aux citoyens d'ISDE  
Innovation, Sciences et Développement  
économique Canada  
Édifice C.D.-Howe  
235, rue Queen Ottawa (Ontario) K1A 0H5  
Canada

Téléphone (sans frais au Canada) : 1-800-328-6189  
Téléphone (international) : 613-954-5031  
TTY (pour les personnes malentendantes) : 1-866-694-8389  
Les heures de bureau sont de 8 h 30 à 17 h (heure de l'Est)  
Courriel : [ISDE@Canada.ca](mailto:ISDE@Canada.ca)

#### Autorisation de reproduction

À moins d'indication contraire, l'information contenue dans cette publication peut être reproduite, en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit, sans frais et sans autre permission du ministère de l'Industrie, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée afin d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, que le ministère de l'Industrie soit mentionné comme organisme source et que la reproduction ne soit présentée ni comme une version officielle ni comme une copie ayant été faite en collaboration avec le ministère de l'Industrie ou avec son consentement.

Pour obtenir l'autorisation de reproduire l'information contenue dans cette publication à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne : [www.ic.gc.ca/demande-droitdauteur](http://www.ic.gc.ca/demande-droitdauteur) ou communiquer avec le Centre de services aux citoyens d'ISDE aux coordonnées ci-dessus.

© Sa Majesté le Roi du Chef du Canada, représenté par le ministre de l'Industrie, 2023.

Cat. No. lu37-39/2023F-PDF  
ISBN 978-0-660-477729-9

N.B. Dans cette publication, la forme masculine désigne tant les femmes que les hommes.

Also available in English under the title: Pan-Canadian Genomics Strategy: What We Heard Report

# Table des matières

Sommaire _____	2
Contexte _____	4
Le paysage de la génomique au Canada _____	6
Talents _____	8
Données _____	10
Adoption et commercialisation _____	12
Autres thèmes établis _____	14
Débouchés sectoriels _____	16
Points à retenir _____	18

## Sommaire

Dans le budget 2021, le gouvernement a annoncé un investissement de 400 millions de dollars pour la conception et la mise en œuvre d'une Stratégie pancanadienne en matière de génomique (SPG) afin de faire progresser l'application et la commercialisation de la génomique et des technologies connexes, de renforcer le leadership mondial du Canada et de positionner le pays pour qu'il connaisse un succès à long terme dans la bioéconomie mondiale. En mai et en juin 2022, le gouvernement du Canada a mené des consultations auprès des principaux intervenants de l'écosystème canadien de la génomique afin de mieux comprendre les défis et les possibilités associés à la commercialisation et à l'adoption de la génomique. L'objectif principal de cet engagement était d'éclairer et de préciser les objectifs de la SPG, et de se faire une idée des mesures et interventions qui pourraient être déployées dans les secteurs prioritaires.

Les consultations ont mis en évidence le potentiel du Canada en matière de génomique, ainsi que les forces existantes dans le domaine de la recherche en génomique. Afin de réaliser ce potentiel,

les répondants ont souligné que la SPG devrait adopter une approche écosystémique en établissant une vision claire et à long terme de la génomique au pays. Au sein de cet écosystème, des priorités et des initiatives stratégiques interdisciplinaires devraient être établies pour répondre aux besoins et aux obstacles spécifiques de la génomique dans différents secteurs, notamment la santé, l'environnement et le changement climatique, et l'agriculture et la sécurité alimentaire. Pour favoriser l'innovation et la commercialisation des technologies de la génomique, il est essentiel d'accroître la collaboration entre les intervenants et la mise en commun de l'information entre l'industrie, le milieu universitaire, les différents paliers de gouvernement et les autres intervenants.



D'autres résultats clés propres aux thèmes de la SPG :

- Pour faire progresser l'adoption des technologies et des innovations génomiques, il est essentiel de sensibiliser le secteur privé et le grand public aux avantages de la génomique.
- La gestion et l'échange des données sont essentiels pour tirer parti de la génomique au Canada. Des normes communes en matière de données, des réglementations relatives à la protection de la vie privée, une coordination intergouvernementale et le développement de la capacité de stockage et des capacités d'analyse sont nécessaires pour permettre un accès étendu aux données, ainsi que leur utilisation dans l'ensemble de l'écosystème de la génomique.
- Il existe un besoin généralisé d'augmenter le financement, la capacité des laboratoires, et l'accès aux infrastructures et aux équipements pour soutenir la recherche et développement (R et D) et la commercialisation des technologies génomiques.
- Le gouvernement du Canada peut contribuer à réduire les risques liés à la commercialisation et aux investissements du secteur privé en assumant le rôle de premier acheteur et de partisan des nouvelles technologies génomiques.
- Une main-d'œuvre spécialisée est nécessaire pour traduire les données génomiques en connaissances et en propriété intellectuelle. La formation en génomique, en bio-informatique et en commerce/entrepreneuriat, ainsi que la sensibilisation et la capacité du secteur privé à employer des stagiaires en génomique, sont essentielles pour combler les lacunes en matière de talents.
- Des mesures proactives doivent être prises pour s'assurer que les considérations en matière d'équité, de diversité et d'inclusion ne contribuent pas aux pénuries de talents, et qu'elles ont une incidence positive sur les pratiques de formation et d'embauche.
- Il faut s'attaquer aux obstacles réglementaires afin de tenir compte de l'innovation technologique et de faciliter l'adoption et la commercialisation des technologies de la génomique.

## Contexte

La génomique est l'étude de l'ensemble de l'information génétique d'un organisme codée dans l'ADN et d'autres molécules, ce qui inclut la structure, la fonction, l'évolution, la cartographie et l'édition du génome. Actuellement, les ensembles de données génomiques sont largement sous-exploités; cependant, il est possible de combiner la génomique avec les mégadonnées, l'intelligence artificielle (IA), l'édition génomique et la biologie synthétique pour extraire une valeur supplémentaire des données, dont le résultat peut être utilisé pour stimuler la croissance économique et pour relever les défis nationaux et mondiaux, tels que le changement climatique, la mise en œuvre de la santé de précision, les pandémies, la sécurité alimentaire et énergétique. Ce potentiel est illustré par le rôle important de la génomique et de ses applications pour aider le Canada à lutter contre la pandémie de COVID-19 (p. ex. suivi et séquençage des variants, dispositifs de diagnostic, vaccins et traitements à base d'ARN messager).

Afin de souligner la force du Canada dans la recherche en génomique, le budget 2021 comprend un montant de 400 millions de dollars pour la création d'une Stratégie pancanadienne en matière de génomique (SPG) afin de faire progresser l'application et la commercialisation de la génomique et des technologies connexes, de renforcer le leadership mondial du pays, et de positionner le Canada pour une réussite à long terme dans la bioéconomie mondiale tout en améliorant la cohérence et la coordination entre les principaux acteurs. La SPG tiendra compte de la gamme complète des activités du gouvernement du Canada liées à la génomique, y compris les investissements dans la nouvelle approche axée sur les défis de Génome Canada, ainsi que d'autres initiatives liées à la SPG, par l'intermédiaire de l'écosystème de la génomique.





## Processus de consultation

Pour aider à préciser les objectifs de la SPG, le gouvernement du Canada s'est engagé auprès des intervenants de l'écosystème canadien de la génomique afin de mieux comprendre les défis et les possibilités qui existent sur la voie de la commercialisation et de l'adoption des technologies de la génomique, et pour solliciter de la rétroaction sur les actions et sur les interventions potentielles qui pourraient être envisagées en vue d'aborder les secteurs prioritaires cernés.

En mai et en juin 2022, ISDE a organisé une série de tables rondes thématiques avec des participants invités. Chaque table ronde a porté sur un élément spécifique de l'écosystème de la génomique : les talents, les données, la commercialisation, l'adoption, ainsi que le paysage de la génomique au Canada. Une consultation publique en ligne a été organisée en parallèle pendant la même période. Au total, 470 chercheurs, chefs d'entreprise et Canadiens intéressés ont participé aux deux

volets de consultation. Le présent rapport résume les commentaires recueillis auprès des intervenants dans le cadre des tables rondes et de la consultation en ligne.

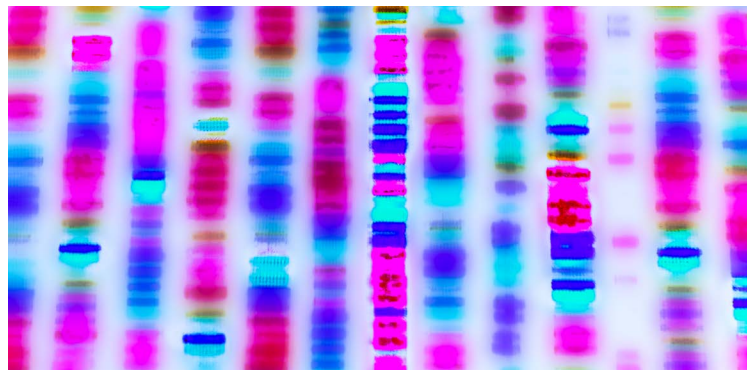


# Le paysage de la génomique au Canada

La géographie, la biodiversité régionale et les ressources naturelles variées du Canada favorise le développement des forces de la génomique dans différents secteurs (p. ex. l'agriculture dans les Prairies, les pêches dans le Canada atlantique, et les sciences de la santé en Colombie-Britannique, au Québec et en Ontario). Si les innovations en génomique étaient avancées et adoptées, plusieurs domaines clés ont le potentiel d'avoir une incidence importante sur les plans économique et sociétal au Canada, dont

- la santé humaine (p. ex. par rapport à la médecine de précision, la préparation et la réponse aux pandémies, la découverte et la production de médicaments, et le traitement des maladies et des maladies liées au vieillissement);
- la sécurité alimentaire (p. ex. le rendement des cultures, la surveillance des maladies et des ravageurs, la biofabrication de protéines comestibles, et le suivi des produits alimentaires mal étiquetés ou obtenus illégalement); et
- l'environnement (p. ex. l'amélioration de la résilience des plantes, des animaux et des écosystèmes devant le changement climatique).

En général, le paysage actuel de la génomique au Canada a été décrit comme présentant des points forts dans tous les secteurs. Les participants ont souligné les



forces des organisations actuelles, y compris les installations gouvernementales (p. ex. le Laboratoire national de microbiologie) et les programmes (p. ex. l'Initiative de R et D en génomique [IRDG]); la Global Alliance for Genomics and Health (GA4GH), pour créer des normes de données; et la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) et l'Alliance canadienne pour la recherche numérique (ACRN), pour financer la recherche et l'infrastructure numérique. En outre, des organismes comme Génome Canada et les centres de génomique régionaux ont été mentionnés pour leur importance dans le soutien et le financement des projets régionaux, et dans la représentation des intérêts régionaux.

La diversité régionale du Canada est perçue à la fois comme une source de défis et de possibilités. Les participants ont généralement exprimé le fait que les



divisions fondées sur l'aspect régional et sur les compétences contribuent à la fragmentation de l'écosystème, alors qu'un système intégré pourrait améliorer la cohésion de l'écosystème et développer des liens entre les secteurs et entre les différents intervenants. Malgré cette fragmentation, les forces et les capacités régionales doivent être soutenues, car elles constituent un point de convergence naturel pour le renforcement des capacités actuelles. En raison du caractère régional de la génomique au Canada, les intérêts et les besoins régionaux devraient contribuer à éclairer les priorités nationales. À ce titre, une stratégie nationale devrait viser à soutenir les forces régionales tout en cherchant à abattre les cloisons, et à améliorer la coordination et la collaboration entre les régions.

Les suggestions des participants pour faire progresser l'écosystème de la génomique au Canada comprenaient plusieurs éléments.

- Premièrement, un leadership est nécessaire pour établir une stratégie nationale avec une vision claire, qui intègre des priorités nationales interdisciplinaires.
- Deuxièmement, une meilleure collaboration entre les intervenants à tous les niveaux du gouvernement, de l'industrie et du monde universitaire est essentielle pour réduire la fragmentation du système. La collaboration pourrait prendre de nombreuses formes, notamment la mise en commun de renseignements, d'expertise et de pratiques exemplaires, ou des mécanismes qui mettent en relation les chercheurs et les innovateurs avec l'industrie et les récepteurs potentiels de la nouvelle technologie.
- Troisièmement, la normalisation des données pour obtenir un système de données fédéré est nécessaire à l'amélioration de l'interopérabilité et de l'accessibilité des données, car les données sont actuellement confinées dans des dépôts institutionnels et spécifiques à une discipline. Un écosystème de données fédérées contribuera à favoriser et à faciliter la collaboration, car les données pourront être plus facilement échangées entre les différents intervenants.
- Quatrièmement, les possibilités de formation doivent être soutenues et augmentées afin de remédier aux pénuries de talents.
- Enfin, le succès et la croissance dépendent du financement de l'innovation en génomique, de l'application de la recherche aux dernières étapes de la commercialisation.

# Talent

Les réponses obtenues dans le cadre des consultations ont constamment souligné qu'une solide réserve de talents est une composante nécessaire au progrès de l'adoption et de la commercialisation de la génomique au Canada, et que la formation dans les disciplines liées à la génomique doit être élargie. Trois grandes priorités ont été déterminées : la nécessité d'améliorer les liens entre les talents et les employeurs, d'améliorer la formation multidisciplinaire, et de tenir compte de l'équité, de la diversité et de l'inclusion.

Tous s'accordent à dire que les stagiaires qui sont actuellement dans le bassin de talents ne suffiront pas à répondre aux besoins anticipés. Comme l'ont noté de nombreux répondants, la situation est d'autant plus compliquée que le secteur de la génomique est en concurrence non seulement avec d'autres domaines de la bioéconomie et du secteur technologique pour attirer les talents, mais aussi avec d'autres pays, dont beaucoup offrent des échelles de rémunération plus élevées.

Pour répondre aux besoins en matière de main-d'œuvre, il est important de sensibiliser les étudiants aux possibilités de carrière en génomique lorsqu'ils en sont aux premières étapes de la prise de décision concernant leurs études et leurs objectifs. Il sera essentiel de susciter l'intérêt des élèves du secondaire pour les sciences, les technologies, l'ingénierie et les mathématiques (STIM) afin de se doter d'une main-d'œuvre capable de soutenir le secteur de la génomique. Au fur et à mesure que les étudiants progressent dans leurs études, les possibilités de formation appliquée, notamment les stages, les coopératives et les projets de recherche en collaboration, sont essentielles pour aider les talents à être capables de répondre aux besoins de l'industrie à la fin de leurs études. Les participants ont invoqué le programme d'apprentissage intégré au travail de Mitacs comme un exemple qui pourrait contribuer à soutenir les stages dans le secteur de la génomique. Par ailleurs, il a été recommandé de renforcer les liens entre le monde universitaire et l'industrie afin de contribuer à déterminer les besoins en main-d'œuvre, à définir les possibilités de formation, et à assurer la transition réussie des diplômés vers le secteur privé. Cela contribuera à maintenir les talents avec des compétences en génomique en poste, car des liens plus clairs sont établis entre la formation et les possibilités d'emploi.

La formation multidisciplinaire et la pénurie de compétences sont d'autres problèmes interdépendants qui ont été relevés. Des compétences en science des données (p. ex. informatique, statistique, bio-informatique, intelligence artificielle, etc.), en affaires et en entrepreneuriat (p. ex. marketing, ventes, commercialisation, affaires réglementaires, etc.) sont d'importants compléments de la génomique, et sont nécessaires à la croissance d'un secteur commercial florissant; il a été constaté que ces deux éléments étaient en nombre insuffisant. Pour remédier à ces pénuries de main-d'œuvre qualifiée, les participants ont recommandé d'élargir les programmes de formation en génomique actuels afin qu'ils intègrent des compétences multidisciplinaires. La bio-informatique et la formation en analyse des données sont considérées comme des compétences particulièrement importantes en ce qui a trait à l'acquisition, par les stagiaires, de compétences spécifiques qui sont nécessaires en génomique, et ces possibilités de formation seraient renforcées par des stages et par une collaboration avec l'industrie.

Il a également été largement reconnu que des mesures proactives doivent être prises pour mettre en œuvre l'équité, la diversité

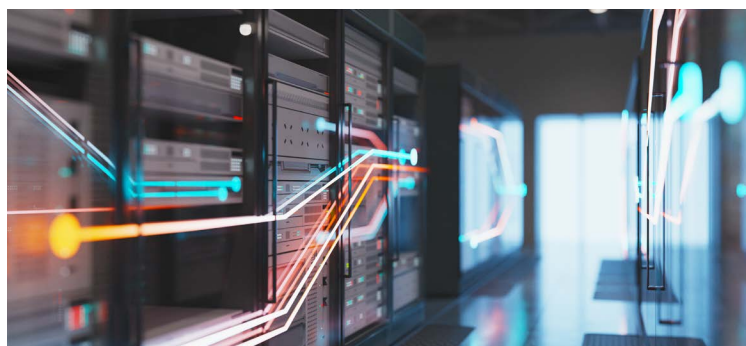


et l'inclusion en génomique. Des mesures de sensibilisation, de recrutement et de formation ciblées pour les groupes dignes d'équité permettront de combler les lacunes dans le bassin de candidats. Cela pourrait être fait en s'associant à des organisations importantes telles que le stage d'été en génomique autochtone, et en élargissant leur programme pour une plus grande incidence à l'échelle nationale. En outre, il est important de s'engager auprès des groupes en quête d'équité afin de mieux comprendre les défis et les obstacles rencontrés dans les conditions d'embauche et de travail, et de collaborer avec ces groupes pour aborder et éliminer ces obstacles.

## Données

Les problèmes de données courants qui ont été relevés par les participants sont la fragmentation de l'écosystème des données, l'accès aux données, et l'infrastructure des données. L'échange de données génomiques et connexes et l'accès à celles-ci sont essentiels pour faire progresser les connaissances, pour créer de la propriété intellectuelle, et pour stimuler la croissance économique dans les domaines pertinents. Cependant, au Canada, les données génomiques ont tendance à résider dans des cloisonnements liés aux institutions et aux compétences, où les normes de données et les bases de données utilisées pour gérer les données ne sont pas harmonisées, et manquent d'interopérabilité. Cela est particulièrement vrai pour les données relatives à la santé humaine, qui sont généralement administrées par les systèmes de santé provinciaux, par les hôpitaux et par les laboratoires, ou par d'autres institutions; chacun d'eux a ses propres pratiques de gestion des données. Pour résoudre ces problèmes, un leadership national est nécessaire pour favoriser la collaboration entre les entités provinciales ou territoriales et les institutions et pour la faciliter, en générant des données, et en faisant la promotion d'une culture de données ouvertes.

De nombreux participants ont recommandé un cadre de données fédérées pour résoudre le problème de la fragmentation. Une approche de la gouvernance des données, conforme aux normes de données internationales établies par des organismes de normalisation tels que la GA4GH, améliorerait le partage des données dans le domaine de la santé. La GA4GH a été fréquemment mentionnée par les participants pour sa réputation matière d'élaboration des normes et des politiques de santé, et a été recommandée comme un partenaire important en vue de l'élaboration d'une approche nationale de normalisation des données.





En outre, les participants ont proposé la création d'un dépôt de données national ou l'élargissement des dépôts de données actuels afin d'améliorer l'interopérabilité et l'accès aux données, comme le portail de données du Partenariat canadien pour la santé de demain (CanPath), par exemple. La normalisation et la conservation des données permettraient de fusionner des ensembles de données et d'ajouter des métadonnées et d'autres facteurs (p. ex. des séquences, des marqueurs, des paramètres environnementaux et de population, des données cliniques, etc.) afin de rendre les données plus riches et plus pertinentes en ce qui a trait à la détermination de modèles et de tendances. Cela prendrait également en charge des méthodes d'analyse avancées faisant appel à l'intelligence artificielle et à l'apprentissage machine. Cette option nécessite un examen attentif des ententes de consentement et des répercussions sur la vie privée qui lient les données actuelles et futures.

Dans l'ensemble de l'écosystème de la génomique, les participants ont parlé de la nécessité d'améliorer l'infrastructure des données, notamment en améliorant l'accès des chercheurs et des entreprises à un calcul de haute performance sécurisé, à la capacité de stockage, aux services infonuagiques et aux bases de données. L'Alliance de recherche numérique du Canada (DRAC) et CANARIE ont été désignées comme des organisations actuelles qui font actuellement progresser l'infrastructure numérique au Canada, et qui pourraient être utilisées pour répondre aux besoins en infrastructure de données en génomique. Pour compléter cette infrastructure de données, il faut également des talents afin de gérer et de conserver les données, ainsi que des outils spécialisés pour effectuer la gestion et l'analyse de ces données.

# Adoption et commercialisation

Pour que le Canada puisse faire progresser l'application, la commercialisation et l'adoption des technologies de la génomique, les participants ont souligné la nécessité, pour la SPG, d'améliorer la coordination dans l'ensemble de l'écosystème. La coordination entre les intervenants est actuellement insuffisante, ce qui se traduit par une collaboration inégale, une compréhension limitée des différentes expertises disponibles dans le spectre du développement technologique, et une compréhension rudimentaire des avantages de la génomique par de nombreux acteurs de l'industrie et le grand public.

Une approche écosystémique a été proposée pour aborder la coordination en créant des occasions (p. ex. des ateliers, des conférences, des partenariats public-privé) d'interaction entre les principaux afin d'établir des partenariats et améliorer la collaboration. Cela serait particulièrement utile pour combler les écarts de connaissances entre les chercheurs ou développeurs de technologies et les utilisateurs finaux ou les récepteurs et pour garantir que les défis et les besoins spécifiques des utilisateurs soient pris en compte dans la recherche en génomique et dans le développement des technologies. La coordination pourrait également contribuer à sensibiliser les acteurs de l'industrie aux exemples de réussite et aux avantages de l'adoption des technologies et des innovations en génomique. Ces types d'interaction pourraient contribuer à faciliter la transformation rapide de la recherche en génomique en innovations et en technologies commercialisées, prêtes à être adoptées par les utilisateurs.

Le besoin de leadership pour faciliter et promouvoir la coordination dans l'ensemble de l'écosystème de la génomique a été fréquemment soulevée lors des consultations. Un leadership, particulièrement dans le cadre de la SPG, aidera avec la détermination des domaines prioritaires nationaux, la promotion des collaborations et des connexions entre l'industrie, les universités et le gouvernement, et avec l'élaboration de stratégies d'éducation et de communication pour sensibiliser le public aux avantages sociétaux des technologies et des innovations en génomique. Les participants ont également discuté de la façon dont l'application de la recherche dans la commercialisation est retardée au Canada en raison des contraintes de financement. La petite taille du marché canadien, la faible présence de grandes entreprises (p. ex. des multinationales dans le domaine des semences, de la génétique animale, du diagnostic médical, etc.) et la nature prudente du capital de risque limitent les voies de commercialisation. Les participants ont qualifié de flous les voies et les mécanismes de financement actuels permettant de passer de la recherche translationnelle en génomique à la commercialisation.



Le soutien à l'innovation précoce, le développement des petites ou moyennes entreprises (PME), le développement du marché et l'accès accru aux infrastructures ont été cités comme des considérations importantes pour la SPG. Le Programme d'aide à la recherche industrielle du Conseil national de recherches du Canada (PARI CNRC) et les subventions du programme américain Small Business Innovation Research (SBIR) des États Unis ont été cernés comme des options efficaces pour aborder le développement des entreprises et pour améliorer la commercialisation. En outre, les participants ont demandé au gouvernement d'être le premier à adopter les technologies de la génomique, afin de réduire les risques liés aux investissements du secteur privé et de faciliter l'intérêt de ce dernier. Cela permettrait de valider l'adoption des technologies en génomique et d'encourager le financement de la R et D en génomique.

La résolution des obstacles réglementaires a été soulignée comme importante pour faire progresser la commercialisation et l'adoption de la génomique. Les participants ont fait valoir que les règlements devraient être suffisamment souples pour anticiper les progrès technologiques et s'y adapter, et que les processus d'examen réglementaire pourraient être simplifiés, ce qui faciliterait

l'arrivée de nouvelles technologies sur le marché canadien.

Une autre composante identifiée comme essentielle pour faire progresser la commercialisation et l'adoption consiste à améliorer l'accès aux infrastructures de recherche et aux centres de recherche appliquée, aux fonderies de biologie synthétique et aux installations de fermentation et de traitement. Un accès rentable aux infrastructures est important pour les petites ou moyennes entreprises (PME) et les chercheurs dont les ressources sont limitées. Cela comprend l'accès aux installations du CNRC, et les répondants ont signalé qu'elles n'étaient pas à offertes à un prix concurrentiel pour les PME en début de croissance.

Enfin, les participants ont souligné la nécessité de créer un solide bassin de talents pour le personnel hautement qualifié possédant des compétences importantes en science des données, en bio-informatique et en affaires. Le fait de favoriser l'esprit d'entreprise chez les étudiants en sciences contribuerait à faciliter l'adoption et la commercialisation de découvertes scientifiques complexes, y compris celles qui nécessitent l'utilisation d'outils et de technologies fondés sur la génomique.

## Autres thèmes établis

D'autres thèmes clés, en dehors des principaux piliers, ont été mis en évidence lors des consultations.

### Infrastructure

La nécessité d'améliorer les infrastructures est un thème commun à toutes les consultations. Actuellement, le Canada ne dispose pas d'une infrastructure suffisante et facilement accessible pour faciliter la découverte fondamentale jusqu'aux essais pilotes. Les laboratoires, les cliniques, les installations de fermentation et les autres infrastructures de recherche actuelles manquent de capacités et de moyens (p. ex. d'équipements, de personnel, de budget, de taille, de diagnostic et d'essais), tandis que les infrastructures numériques actuelles manquent de capacités de traitement, d'analyse et de stockage des données, et présentent une faible interopérabilité. Il a également été mentionné que l'accès aux ressources est fortement axé sur la recherche universitaire, ce qui entraîne de longues périodes d'attente pour les autres utilisateurs. Il a donc été recommandé de rendre plus équitable l'accès aux ressources. Les investissements destinés à financer de nouvelles infrastructures pourraient permettre de résoudre ces problèmes et de contribuer à la croissance de l'écosystème de la génomique et de l'amélioration des résultats de la commercialisation.

### Collaboration internationale sur les données

Compte tenu des progrès réalisés en matière de normes internationales de données, les participants ont préconisé que le Canada harmonise ses normes de données avec celles des organismes internationaux d'établissement de normes, ou qu'il s'inspire des stratégies de données mises en œuvre dans d'autres pays, comme le cadre des cinq éléments de la sécurité du Royaume-Uni ou le système de gestion des renseignements génomiques de l'Australie. L'harmonisation des normes et des pratiques à l'échelle internationale pourrait faciliter l'échange de données entre les Canadiens et les chercheurs, l'industrie et les récepteurs d'autres compétences, et permettrait également aux Canadiens de participer et de collaborer à des initiatives internationales fondées sur la génomique, comme le Human Cell Atlas et le Global Biodata Consortium.



## Sensibilisation

Les consultations ont révélé la nécessité d'améliorer la sensibilisation du secteur privé et du public à la génomique et à ses avantages. Une sensibilisation accrue et une démystification de la génomique sont nécessaires pour accroître l'intérêt des jeunes et pour attirer les étudiants dans les filières de formation liées à la génomique, et pour améliorer la compréhension des récepteurs et de l'industrie quant à la manière dont la génomique s'applique à leur secteur et pourrait contribuer à l'innovation. Pour sensibiliser le public, les participants ont proposé des campagnes de sensibilisation, des recherches sur l'opinion publique et des communications scientifiques.

## Liens avec les autres initiatives

La SPG devrait établir des liens avec d'autres stratégies canadiennes qui déterminent que la science, la technologie et les systèmes de données normalisés sont à la base du succès économique du Canada. Parmi les initiatives citées figurent la Stratégie en matière de biofabrication et de sciences de la vie, la stratégie nationale visant les médicaments pour le traitement des maladies rares, la Stratégie pancanadienne de données sur la santé et la Stratégie quantique nationale.

## Dépistage génétique et counseling en génétique

Les consultations ont également mis en évidence le besoin de laboratoires, d'équipements et de personnel pour le dépistage génétique en clinique, ainsi que la nécessité de réglementer le counseling en génétique. Bien que ces considérations soient importantes, elles ne sont pas comprises dans la portée de la SPG.

# Débouchés sectoriels

Tout au long des consultations, les participants ont parlé des débouchés sectoriels.

## Santé

La santé a été désignée comme le secteur offrant les plus grandes possibilités et le plus grand potentiel d'adoption et de commercialisation à court terme. La génomique pourrait jouer un rôle majeur dans les soins de santé grâce à la prévention des maladies, à l'évaluation des risques pour la santé, aux essais médicaux, aux thérapies, à la médecine personnalisée et aux traitements ciblés, à la gestion des maladies et à la surveillance des agents pathogènes infectieux. Les découvertes de la recherche génomique dans le domaine de la santé sont bien avancées, et le secteur a déjà accueilli l'adoption et l'utilisation des technologies et des innovations génomiques. Pour faire progresser l'innovation génomique dans le domaine de la santé, des investissements sont nécessaires dans la formation, dans les infrastructures liées à la santé, et dans un écosystème de données fédérées sur la santé. Les participants ont largement incité à tirer parti des investissements fédéraux actuels dans la stratégie nationale visant les médicaments pour le traitement des maladies rares et dans la Stratégie en matière de biofabrication et de sciences de la vie, et à s'appuyer sur les recommandations de la Stratégie pancanadienne de données.

## Agriculture et agroalimentaire

L'agriculture et l'agroalimentaire ont également été désignés comme des secteurs à fort potentiel. Il existe des possibilités d'appliquer davantage la génomique, l'analyse des données, la biologie cellulaire et d'autres technologies de plateforme à une variété de cultures afin d'améliorer la résilience des cultures, la surveillance des agents pathogènes et le suivi des épidémies pour les cultures et le bétail. Ces capacités sont de plus en plus importantes devant le changement climatique, auquel les cultures et le bétail sont particulièrement vulnérables. Les répondants ont discuté de la nécessité de rationaliser l'environnement réglementaire pour faire progresser l'innovation en génomique dans l'agriculture et dans l'agroalimentaire. La nouvelle initiative de transparence annoncée récemment par Santé Canada (dans le cadre de son Règlement sur les aliments nouveaux axés sur la sélection végétale) a été considérée comme un développement positif, qui pourrait servir de modèle potentiel. Il a également été mentionné qu'il est nécessaire d'améliorer l'infrastructure des laboratoires pour soutenir l'application et la commercialisation de la recherche dans ce secteur.

## Biologie synthétique

La biologie synthétique a été reconnue comme un domaine en pleine expansion offrant des possibilités de résolution de problèmes dans différents domaines, notamment l'alimentation, les biomatériaux, les carburants, les produits chimiques et les produits pharmaceutiques. Toutefois, pour faire progresser ces possibilités, des investissements sont nécessaires dans les domaines suivants : fonderies de biologie synthétique dotées de capacités de données avancées pour accélérer la conception, le développement et le déploiement de biocatalyseurs; formation en fermentation et en génie biochimique; développement et mise à l'échelle de la fermentation.

## Environnement

Les domaines liés à l'environnement et à l'économie verte sont considérés comme offrant de grandes possibilités à court terme pour l'adoption de la génomique. Cela comprend la protection de l'environnement (c.-à-d. la biosurveillance, les évaluations de l'incidence écologique, etc.), la biorestauration, l'atténuation des effets du changement climatique, l'optimisation des procédés, la biofabrication et les produits de la bioingénierie. Pour faire progresser ce

secteur vers la commercialisation et l'adoption, des investissements sont nécessaires dans les essais d'ADN environnemental, dans la formation des professions connexes comme celles des spécialistes de l'environnement, des pêcheurs et les forestiers, et dans les normes de propriété intellectuelle.



Outre les secteurs susmentionnés, les participants ont également discuté d'autres secteurs présentant un potentiel de commercialisation et d'adoption de l'innovation génomique, notamment la foresterie, la pêche et l'aquaculture. Toutefois, ces domaines nécessiteraient la mise en place de politiques sectorielles spécifiques.

## Points à retenir

Quatre thèmes clés sont ressortis des consultations de la SPG en tant que principaux éléments à retenir pour faire progresser la génomique au sein de la bioéconomie canadienne.

### Approche écosystémique

Les participants ont souligné que la SPG devrait établir une vision claire et à long terme de la génomique au Canada qui répond aux besoins de l'ensemble de l'écosystème de la génomique. Une approche écosystémique devrait viser à améliorer la collaboration et la coordination entre l'industrie, les universités, les différents niveaux de gouvernement et d'autres acteurs clés. La collaboration et les connexions entre les différents intervenants ont été jugées essentielles pour créer les liens nécessaires à l'échange de renseignements, à la sensibilisation aux forces et aux possibilités actuelles, et à la mise en relation des talents avec le secteur privé. Les possibilités de financement devraient également soutenir le spectre du développement technologique, de la recherche fondamentale à la commercialisation, avec des délais suffisamment longs pour obtenir du succès. Une approche écosystémique devrait également viser à améliorer l'éducation du public et de l'industrie sur la valeur de la génomique afin d'améliorer l'acceptation sociétale et l'adoption commerciale.

### Cadre de données fédérées

Un cadre de données fédérées a toujours été considéré comme nécessaire pour remédier à la fragmentation actuelle des données. Ce cadre devrait viser à intégrer la gouvernance des données conformément aux normes internationales en la matière afin de garantir l'interopérabilité des données. Un leadership national serait probablement nécessaire pour encourager et pour faciliter la collaboration et l'échange de données entre les entités provinciales ou territoriales et les autres intervenants concernés, tout en contribuant à promouvoir la culture des données ouvertes et l'échange de données. Un cadre de données fédérées devrait également chercher à inclure des normes de consentement et de confidentialité dans la collecte et la gestion des données de santé. Enfin, les investissements dans l'infrastructure numérique, notamment le calcul de haute performance, les dépôts de données et les services infonuagiques, ont été jugés importants pour garantir que les intervenants aient accès aux dernières technologies pour stocker et pour échanger des données, ainsi que l'investissement dans les talents requis pour gérer et conserver les données de manière efficace.



## Perfectionnement et rétention des talents

Selon les participants, pour remédier à la pénurie de talents, la SPG doit améliorer le bassin de talents afin de contribuer à la croissance de l'écosystème de la génomique. Il pourrait s'agir d'accroître les possibilités de formation appliquée (p. ex. les stages, les bourses, les programmes d'alternance travail-études) et d'établir des liens entre l'industrie et le milieu universitaire ou l'apprentissage appliqué afin de faciliter la transition des stagiaires et des diplômés vers le secteur privé. Il a été noté que les étudiants diplômés, les postdoctorants et les professionnels en formation ont également besoin d'un soutien financier accru pour composer avec l'augmentation des dépenses. La formation multidisciplinaire a été considérée comme essentielle pour répondre aux besoins importants dans les domaines de la bioinformatique, de la science des données, et des affaires. La promotion de la génomique à tous les niveaux d'enseignement pourrait contribuer à informer les étudiants des possibilités de carrière, tandis que des mesures proactives doivent être prises pour assurer l'équité, la diversité et l'inclusion dans les possibilités de formation.

## Initiatives stratégiques

Le ciblage des initiatives stratégiques a été identifié comme un élément clé pour tirer parti des domaines de forces et de possibilités. En se concentrant sur les secteurs prioritaires, ces initiatives pourraient stimuler l'intérêt pour les technologies génomiques et faciliter leur adoption.

Ce type d'initiative collaborative pourrait combiner les technologies, les capacités, les données et les ressources de plusieurs entreprises, organismes de recherche et autres partenaires, en mettant l'accent sur l'exploitation des forces actuelles. Un tel modèle permettrait d'accélérer les investissements afin d'appliquer la recherche en génomique dans la pratique clinique. La médecine de précision a été désignée par les participants comme un exemple important de domaine de possibilités.