



Fier d'être la ressource fiable et crédible
en génomique depuis plus de 20 ans

Mémoire présenté au ministère des Finances du Québec dans le cadre des consultations prébudgétaires

FÉVRIER 2022



Optimiser la
prévention, le
diagnostic et la
sélection des
traitements



Planter
aujourd'hui les
arbres adaptés au
climat de demain



Produire une
alimentation
saine pour les
générations
futures



Comprendre la
richesse de la
biodiversité dans
ses moindres
détails

PRÉAMBULE

Trois lettres qui rendent tous les progrès possibles : ADN

L'avancement des sciences biologiques, dont fait partie la génomique, combiné à l'accélération du développement technologique et de la science des données massives, ainsi qu'à l'intelligence artificielle pavent la voie à une nouvelle ère de l'innovation, qui aura des impacts significatifs dans des secteurs stratégiques de l'économie, tant en matière de soins de santé, d'agriculture, d'environnement, d'énergie qu'au niveau de la biofabrication.

La pandémie de COVID-19 nous a montré le danger et le potentiel du monde biologique. La réponse rapide de la communauté scientifique a démontré l'ampleur des avancées réalisées en génomique au cours des dernières années. La vitesse à laquelle ils sont parvenus à séquencer le génome du virus, qui se compte en jours et non en mois, illustre à quel point les outils et les technologies dont nous disposons aujourd'hui ainsi que les données et les analyses sont véritablement révolutionnaires.

La bio-innovation a le pouvoir de transformer notre monde pour le mieux, en stimulant la croissance économique et en réduisant les émissions mondiales de carbone.

La souveraineté économique du Québec passe par la bio-innovation

La génomique : un pilier de cette révolution biologique

60 %

Intrants physiques de l'économie mondiale qui pourraient être produits biologiquement

2-4 T\$ US (2040-2050)

Impacts économiques directs : 50 % des innovations seront dans des secteurs hors santé

30 %

Dépenses R-D du secteur privé consacrées à l'industrie biologique

Génomique + Génie biologique

Charge mondiale de la morbidité qui pourrait être réglée par de nouvelles thérapies ciblées (cellulaire, génique, basée sur ARN)

45 %

Médicaments approuvés par la FDA qui doivent être prescrits selon le profil génétique des individus (pharmacogénomique)

Plus de 100

Réduction moyenne annuelle des GES d'origine humaine d'ici 2040-2050 (par rapport à 2018)

7 à 9 %

Source : McKinsey Global Institute « The Bio Revolution Innovations », mai 2020

Avec toute l'expertise dont il dispose, le Québec veut-il être un producteur et/ou un consommateur des bénéfices issus de la bio-innovation?

D'autres pays le reconnaissent, tant en matière de préparation aux pandémies que de prospérité future (Royaume-Uni, Allemagne, France, États-Unis, etc.), et comme l'a fait observer l'Organisation de coopération et de développement économiques en janvier 2021, à l'échelle mondiale, la recherche et l'innovation sont de plus en plus encouragées à proposer des approches transdisciplinaires pour résoudre des problèmes complexes.

La bio-innovation sera essentielle pour relever les grands défis de notre temps, des pandémies aux changements climatiques, en passant par la transition vers des systèmes de production durable. L'innovation et les investissements intelligents, qui stimulent la productivité et la compétitivité doivent être au cœur de la stratégie de relance économique et de croissance à long terme du Québec.

Le présent mémoire comprend six recommandations structurées selon six grandes thématiques :

- Efficience, rétention et compétitivité de Génome Québec;
- Partenariats Génome Canada;
- Partenariats avec le secteur privé;
- Lutte et surveillance des pathogènes;
- Valorisation des données génomiques;
- Éducation scientifique et acceptabilité sociale.

Le soutien financier demandé serait utilisé pour répondre à des enjeux prioritaires du Québec, notamment compétitivité, excellence, accélération et intégration de l'innovation, rétention et création d'emplois hautement qualifiés, attraction d'investissements privés, autosuffisance et désinformation.

Génome Québec tient à remercier le gouvernement du Québec de l'intérêt porté à ce mémoire.



MISSION – VISION - VALEURS

Notre MISSION

Génome Québec a pour mission de catalyser le développement et l'excellence de la recherche en génomique, son intégration et sa démocratisation. Pilier de la bioéconomie du Québec, l'organisme contribue également au développement social et durable, ainsi qu'au rayonnement du Québec.

Notre VISION

Les innovations issues de la génomique amélioreront la prestation des soins de santé, les pratiques agroalimentaires, environnementales et forestières, ainsi que les politiques publiques.

Nos VALEURS

Excellence – Ouverture – Créativité – Intégrité – Équité – Diversité – Inclusion – Éthique



LISTE DES RECOMMANDATIONS

EFFICIENCE, RÉTENTION ET COMPÉTITIVITÉ DE GÉNOME QUÉBEC SOUTIEN FINANCIER DEMANDÉ : 2 M\$/AN – 6,1 M\$/3 ANS

Recommandation 1

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de lui octroyer les ressources nécessaires pour soutenir le rythme de croissance de l'organisme et la compétitivité du Québec en génomique. L'ajustement demandé de 240 000 \$ annuellement permettra de porter de 4,4 % à 4,8 % les frais administratifs de Génome Québec, gardant ces derniers à un niveau exemplaire et largement inférieur à ceux consentis aux autres centres de génomique régionaux du Canada (7 %). Ce réajustement vise à **retenir et recruter les talents hautement qualifiés** nécessaires à sa croissance, ainsi qu'à soutenir le développement de **solutions innovantes** à des problématiques concrètes, tout en demeurant à la **fine pointe technologique**. Cela permettra également à l'organisme de renforcer son rôle d'agent de changement en matière d'intégration de l'innovation, d'éducation scientifique et d'acceptabilité sociale et ainsi s'imposer comme figure de proue du déploiement d'une stratégie génomique au bénéfice de la société québécoise.

Soutien financier demandé : 2 M\$/an – 6,1 M\$/3 ans

PARTENARIATS GÉNOME CANADA SOUTIEN FINANCIER DEMANDÉ : 10 M\$/AN – 30 M\$/3 ANS

Recommandation 2

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec d'assurer le cofinancement des projets du Québec, qui seront retenus dans le cadre des programmes de Génome Canada suivants :

- **Première mission de Génome Canada** : Un grand concours canadien qui constitue pour les chercheurs québécois une opportunité de se démarquer à l'échelle nationale et de bénéficier de financement substantiel.

Soutien financier demandé : 5 M\$/an – 15 M\$/3 ans (effet de levier de 1:2)

- **Programme de partenariats pour les applications de la génomique** : Un programme qui encourage les maillages public-privé et témoigne de la maturité de la technologie génomique, ainsi que de la volonté des utilisateurs d'en accélérer l'adoption.

Soutien financier demandé : 5 M\$/an – 15 M\$/3 ans (effet de levier de 1:2)

PARTENARIATS AVEC LE SECTEUR PRIVÉ
SOUTIEN FINANCIER DEMANDÉ : 3,5 M\$/AN – 10,5 M\$/3 ANS

Recommandation 3

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de soutenir le *Programme d'intégration de la génomique* de Génome Québec (volet santé et volet hors santé). Ce programme permet de **stimuler le potentiel industriel** de la génomique pour accroître la compétitivité de secteurs clés de l'économie du Québec. Axé sur les solutions et conçu pour multiplier le nombre de **partenariats public-privé**, ce programme vise à favoriser le passage d'une découverte vers une innovation.

Soutien financier demandé : 3,5 M\$/an – 10,5 M\$/3 ans (effet de levier de 1:1)

LUTTE ET SURVEILLANCE DES PATHOGÈNES
SOUTIEN FINANCIER DEMANDÉ : 2 M\$/AN – 6 M\$/3 ANS

Recommandation 4

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de soutenir le développement d'un programme axé sur la lutte et la surveillance des pathogènes. La pandémie de COVID-19 a pris le Québec et le monde entier par surprise et entraîne des impacts socioéconomiques sans précédent. Génome Québec souhaite miser sur les partenariats, l'infrastructure et le réseau mis en place durant la crise sanitaire, et financer des équipes multidisciplinaires pouvant développer des solutions innovantes pour la surveillance, le diagnostic et le traitement des pathogènes émergents.

Soutien financier demandé : 2 M\$/an – 6 M\$/3 ans (effet de levier de 1:1)

VALORISATION DES DONNÉES GÉNOMIQUES

SOUTIEN FINANCIER DEMANDÉ : 4,2 M\$/AN – 12,7 M\$/3 ANS

Recommandation 5

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de soutenir le développement et la mise en place de quatre infrastructures ou initiatives dédiées au traitement, à la valorisation, à l'harmonisation et à la diffusion des données génomiques, pour les secteurs santé et hors santé.

- **Genovalia** : Un premier centre de production, de traitement et de valorisation des données génomiques non humaines, qui permettrait de créer de la valeur en misant sur la synergie entre l'intelligence artificielle et les données génomiques des secteurs agroalimentaire, forestier et environnemental.

Soutien financier demandé : 1,5 M\$/an – 4,5 M\$/3 ans (effet de levier de 1:1)

- **Centre québécois de données génomiques** : Une plateforme d'harmonisation et de diffusion des données génomiques générées par les activités cliniques et de recherche du Québec. Cette vision structurante aura un impact probant sur la mise en valeur des données génomiques en santé, l'harmonisation et l'accès aux données pour les chercheurs et l'industrie, leur qualité et leur valeur économique. De plus, ces données pourront alimenter le développement de l'intelligence artificielle et ses résultats.

Soutien financier demandé : 0,75 M\$/an – 2,2 M\$/3 ans (effet de levier de 1:1)

- **Génome de référence pour le Québec (GenoRef-Q) à travers le séquençage de la cohorte populationnelle CARTaGENE** : Créer un catalogue des variants génétiques présents dans la population du Québec. Cela permettra de mettre à la disposition des généticiens cliniques un outil qui permettra d'interpréter les résultats des tests génétiques, d'améliorer le diagnostic et de permettre la découverte de nouveaux traitements.

Soutien financier demandé : 1,5 M\$/an – 4,5 M\$/3 ans (effet de levier de 1:1)

- **Digital Hôpital Découverte Plateforme (DHDP)** : Cette collaboration stratégique entre Génome Québec et la DHDP favorisera l'accélération de l'intégration de la masse critique de données génomiques en oncologie.

Soutien financier demandé : 0,5 M\$/an – 1,5 M\$/3 ans (effet de levier de 1:2)

ÉDUCATION SCIENTIFIQUE ET ACCEPTABILITÉ SOCIALE
SOUTIEN FINANCIER DEMANDÉ : 0,5 M\$/AN – 1,5 M\$/3 ANS

Recommandation 6

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec d'encourager et de soutenir financièrement des initiatives mobilisatrices visant à s'attaquer aux défis liés à la **désinformation** ainsi qu'à la nécessité d'engager un dialogue avec la population, dans une perspective d'**acceptabilité sociale**. Ces initiatives devront avoir pour objectif d'accroître le niveau de littératie scientifique des jeunes, de mieux outiller la population et d'informer différents segments de la population relativement à la génomique et aux enjeux afférents.

Soutien financier demandé : 0,5 M\$/an – 1,5 M\$/3 ans (effet de levier de 1:1)

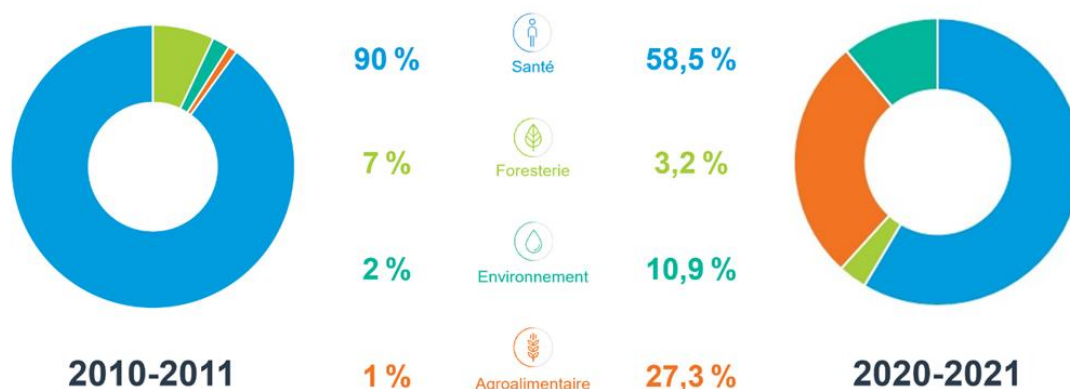
DEMANDE FINANCIÈRE TOTALE : 22,2 M\$/AN – 66,8 M\$/3 ANS



INTRODUCTION

Génome Québec amorce sa 22^e année de réalisations en matière de soutien au développement scientifique et stratégique de la génomique au Québec. Reconnu pour son expertise multisectorielle, sa neutralité institutionnelle et le haut niveau de qualité de l'accompagnement offert, l'organisme gère actuellement un portefeuille de 95 projets de recherche actifs, d'une valeur de 400 M\$. À cela s'ajoutent deux centres technologiques, qui fournissent aux chercheurs académiques et à l'industrie près de 17 M\$ en services annuellement.

Au cours des 10 dernières années, la contribution des partenaires, autres que le ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI) et Génome Canada, n'a cessé de progresser pour atteindre 55 % du portefeuille de Génome Québec. Cette évolution illustre clairement à quel point les applications issues de la génomique répondent de plus en plus aux besoins d'utilisateurs industriels, à la recherche de **solutions innovantes** pour améliorer leur **productivité** et leur **compétitivité**.



Génome Québec repose sur un modèle d'affaires unique, basé sur l'effet de levier du dollar du Québec. L'organisme se distingue également par le fait que l'expertise disponible ainsi que les programmes de financement traduisent une réalité multisectorielle et multidisciplinaire.

Le Québec, qui a été l'un des premiers à s'intéresser à la génomique, dans la foulée de la création de Génome Canada, est aujourd'hui un chef de file mondial dans ce domaine. À titre d'exemple, le Québec fait figure de leader en matière de **médecine de précision**, et cela n'est pas étranger à la contribution significative de Génome Québec, dont les octrois spécifiques à cette filière atteignent près de 150 M\$ pour les 10 dernières années. Ces investissements ont porté fruit, tant du point de vue de l'innovation que de l'économie.

La génomique révolutionnera notamment la pratique médicale, tant au niveau de la prévention, du diagnostic que du traitement. Elle permettra d'orienter les traitements, d'identifier des gènes de prédisposition pour des cancers héréditaires, de prédire la réponse aux médicaments et de découvrir de nouvelles thérapies ciblées. Elle est carrément à la base de la médecine de demain. Combinée à l'intelligence artificielle, son potentiel deviendra exponentiel. Nous assisterons à une accélération sans précédent de

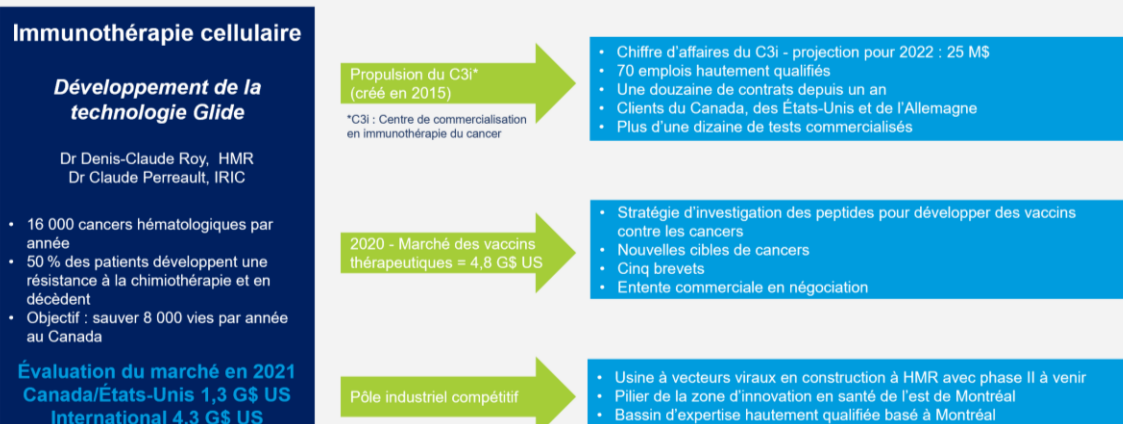
l'analyse de données, d'émergence de nouvelles solutions (particulièrement prometteuses en cancer), alors qu'une fois éprouvés, les algorithmes pourront s'appliquer à d'autres maladies, voire à des défis liés aux changements climatiques et à l'agriculture durable.

La génomique : un terreau extrêmement fertile pour l'innovation

Les programmes de financement offerts par Génome Québec contribuent notamment à **stimuler des investissements privés**. Ils ont un impact réel sur le pouvoir d'attraction de talents et contribuent à **accélérer les processus de développement technologiques**. Pour illustrer l'impact qu'un investissement à grande échelle de Génome Québec peut avoir, prenons l'exemple suivant :

Centre d'excellence en thérapie cellulaire (CETC-HMR) Montréal, chef de file et pôle d'attraction international

Investissement de 13,5 M\$ (dont 4,7 M\$ du gouvernement du Québec)
Génome Canada/Génome Québec



Alors que nous approchons du difficile anniversaire des deux ans de la pandémie de COVID-19, nous pouvons saluer l'apport incontournable de la génomique. Preuves à l'appui, les données génomiques aident à suivre la transmission du virus, à comprendre les réponses de l'hôte, à éclairer les décisions en matière politique en temps réel et à orienter les stratégies de dépistage et de recherche des contacts, la mise au point de vaccins et les traitements médicamenteux. Elle permettra de plus en plus de résoudre des grands défis dans les domaines de la santé, de l'économie, de la société et de l'environnement tels que la crise climatique, les pandémies, les maladies chroniques, l'insécurité alimentaire et la génération d'une croissance économique durable et inclusive sur le plan environnemental. Il s'agit de problèmes complexes, systémiques, interreliés, urgents et existentiels.

Génome Québec : un acteur stratégique pour le déploiement d'éventuelles zones d'innovation

Puisqu'il s'agit d'un domaine d'avenir pour lequel le Québec détient des avantages compétitifs reconnus, la génomique est la technologie tout indiquée pour s'intégrer dans de grandes initiatives telles que les **zones d'innovation**, qui se déploieront à travers le Québec au cours des prochaines années. D'autres pays en ont fait la preuve; la génomique constitue un puissant facteur d'attraction de talents, d'entrepreneurs, de chercheurs et d'investissements. Il n'y a qu'à se référer à des filières reconnues comme il y en a à Cambridge au Royaume-Uni, autour du Broad Institute aux États-Unis, ou du Vlaams Instituut voor Biotechnologie (VIB) en Belgique.

Génome Québec est en constante **croissance** et interagit au quotidien avec des partenaires de plus en plus diversifiés tant au niveau industriel qu'institutionnel. Les expertises technologique, scientifique, stratégique, financière et éducative sont constamment sollicitées. Les opportunités progressent sans cesse. Cependant, les ressources demeurent très limitées. En cette période marquée par l'inflation et la pénurie de main-d'œuvre, il devient incontournable pour un organisme au cœur du virage vers la bioéconomie, dont la **matière première** est la **main-d'œuvre hautement qualifiée**, de se questionner sur le réalisme de planifier les trois prochaines années sans soulever l'enjeu des ressources dédiées aux frais administratifs.



Recommandation 1

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de lui octroyer les ressources nécessaires pour soutenir le rythme de croissance de l'organisme et la compétitivité du Québec en génomique. L'ajustement demandé de 240 000 \$ annuellement permettra de porter de 4,4 % à 4,8 % les frais administratifs de Génome Québec, gardant ces derniers à un niveau exemplaire et largement inférieur à ceux consentis aux autres centres de génomique régionaux du Canada (7 %). Ce réajustement vise à **retenir** et **recruter** les **talents hautement qualifiés**, nécessaires à sa croissance, ainsi qu'à soutenir le développement de **solutions innovantes** à des problématiques concrètes, tout en demeurant à la **fine pointe technologique**. Cela permettra également à l'organisme de renforcer son rôle d'agent de changement en matière d'intégration de l'innovation, d'éducation scientifique et d'acceptabilité sociale et ainsi s'imposer comme figure de proue du déploiement d'une stratégie génomique au bénéfice de la société québécoise.

Une augmentation justifiée de 240 000 dollars par année

Afin de poursuivre sur sa lancée et continuer à participer activement au développement social et économique d'une société qui met l'innovation au cœur de ses priorités, Génome Québec doit avoir les ressources nécessaires lui permettant de soutenir le rythme dans un **environnement hautement compétitif**, tant du point de vue technologique que scientifique, et plus particulièrement, être en position de retenir et recruter les meilleurs talents.

Le marché de la recherche et de l'innovation est extrêmement compétitif en ce qui a trait à la rétention et à l'attraction de talents. Cette réalité est encore plus imposante depuis quelques années, avec la **rareté de main-d'œuvre** et l'arrivée du télétravail, qui ouvre la porte de plus en plus à des marchés hors Québec. Le contexte économique pandémique actuel cause également des pressions inflationnistes historiques, des problèmes de chaînes d'approvisionnement et de disponibilités de main-d'œuvre; une réalité qui nous oblige à revoir le modèle de travail comme jamais il nous a été donné de le faire auparavant.

Le Québec est un **chef de file** reconnu en génomique, et Génome Québec est le **vecteur** le plus important ayant contribué à bâtir cette **réputation**. Toutefois, la génomique est une technologie de rupture, qui requiert les meilleurs talents ainsi que des technologies toujours à la fine pointe. Donc, pour maintenir notre leadership et se distinguer parmi les meilleurs, il faut se donner les marges de manœuvre nécessaires pour soutenir la vive **concurrence** et saisir les opportunités de **croissance**.

Plusieurs facteurs ont contribué à mettre de la pression sur les frais administratifs au cours des dernières années.

L'organisme a le vent dans les voiles et multiplie les efforts pour répondre notamment aux besoins de la communauté scientifique (recherche et services technologiques) des utilisateurs et des partenaires. Le nombre de projets de recherche à gérer est en hausse constante, ce qui est à l'avantage de la recherche québécoise. Paradoxalement, cela engendre une augmentation des frais administratifs requis afin de maintenir les standards de qualité de notre organisme.

Notre modèle d'affaires repose sur trois sources de financement de nos frais administratifs, soit les financements du MEI, ceux de Génome Canada et les revenus générés par nos activités de services génomiques et les intérêts relatifs à nos actifs temporaires. Les contributions du MEI et de Génome Canada sont demeurées bien en deçà de nos besoins réels et la marge de manœuvre générée par nos activités a été réduite grandement en raison d'une baisse significative des taux d'intérêt.

Afin de combler partiellement ce manque à gagner récurrent, une hausse de 240 000 \$ de la contribution aux frais administratifs est demandée annuellement au MEI pour le prochain cycle de trois ans (2023-2026).

Soutien financier demandé		
Soutenir le rythme de croissance de Génome Québec et la compétitivité du Québec en génomique		
	Par an	3 ans
Gouvernement du Québec	2,0 M\$	6,1 M\$
Génome Canada	0,9 M\$	2,7 M\$
Total	2,9 M\$	8,8 M\$

PARTENARIATS GÉNOME CANADA

SOUTIEN FINANCIER DEMANDÉ : 10 M\$/AN – 30 M\$/3 ANS

Recommandation 2

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec d'assurer le cofinancement des projets du Québec, qui seront retenus dans le cadre des programmes de Génome Canada suivants :

- **Première mission de Génome Canada** : Un grand concours canadien qui constitue pour les chercheurs québécois une opportunité de se démarquer à l'échelle nationale et de bénéficier de financement substantiel.
- **Programme de partenariats pour les applications de la génomique** : Un programme qui encourage les maillages public-privé et témoigne de la maturité de la technologie génomique, ainsi que de la volonté des utilisateurs d'en accélérer l'adoption.

Première mission de Génome Canada

Au cours des derniers mois, Génome Canada a tenu plusieurs consultations en vue de réévaluer ses mécanismes de financement. Cette réflexion de fond a mené à la conclusion que la solution résidait dans la mise en place de programmes conçus selon une approche axée sur des « missions » spécifiques à des enjeux de société et pouvant relever des **défis intersectoriels**.

La première mission officielle de Génome Canada sera lancée en 2022 et portera sur l'agriculture durable et les changements climatiques. Le Québec doit tout mettre en œuvre pour mobiliser les experts de sa communauté scientifique en mesure de proposer des projets compétitifs dans ce secteur, afin d'aller chercher la plus grande part de l'enveloppe disponible à l'échelle fédérale. Appliqués, multisectoriels, axés sur des impacts sociaux, environnementaux et économiques, et bénéficiant de **montages financiers public-privé**, ces projets pourraient, par exemple :

- Améliorer les rendements et la résistance des cultures aux conditions locales, dans une perspective d'agriculture durable;
- Optimiser la culture en serre afin d'accroître la sécurité alimentaire du Québec;
- Réduire l'empreinte carbone, dans une perspective d'économie circulaire.

Lutte contre les changements climatiques et pour l'agriculture durable : leviers de développement économique

Le Québec s'est engagé à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 37,5 % d'ici 2030 par rapport à leur niveau de 1990. Pour ce faire, le gouvernement s'appuiera notamment sur le développement durable et sur l'émergence de filières économiques d'avenir et créatrices d'emplois de qualité.

La génomique peut certainement contribuer à l'atteinte des objectifs gouvernementaux. Qu'il s'agisse de **réduire l'empreinte carbone** du secteur agricole, de **favoriser des pratiques forestières durables**, de **conserver la biodiversité** et les services rendus par les écosystèmes, ou encore de développer des variétés mieux adaptées à la culture en serre, la génomique est un outil de pointe puissant qui apporte des solutions innovantes à des problématiques bien réelles dans des secteurs comme l'environnement, l'agriculture, l'agroalimentaire et la foresterie.

Actuellement, près de 40 % des projets financés par Génome Québec portent sur des questions notamment liées à des enjeux de changements climatiques, de développement durable, de biodiversité et d'agriculture. Alors que 50 % des 900 clients du Centre d'expertise et de services Génome Québec (plateforme de séquençage) proviennent de la filière hors santé. Ainsi, la multiplication des applications génomiques dans ces secteurs génère des **bénéfices** en matière de **biofabrication**. Il faut donc se donner les moyens de stimuler le potentiel industriel de la génomique pour **accroître la compétitivité** de secteurs clés de l'économie et **soutenir les engagements climatiques et durables** du Québec.

Soutien financier demandé

Assurer le cofinancement des projets du Québec dans le cadre de la première mission de Génome Canada

	Par an	3 ans
Gouvernement du Québec	5,0 M\$	15,0 M\$
Partenaires	10,0 M\$	30,0 M\$
Total	15,0 M\$	45,0 M\$

Effet de levier de 1:2

Encourager les partenariats public-privé et multiplier les solutions innovantes

L'amélioration de la performance de l'économie québécoise passe notamment par un **rapprochement** entre l'**industrie** et la **recherche** académique. Dans cette perspective, Génome Québec a mis en place des initiatives visant à favoriser les maillages public-privé. Ces initiatives ont permis d'investir au Québec plus de 87 M\$ en projets de recherche appliquée menés en partenariats public-privé, auxquels participent une importante variété d'**acteurs industriels**, dont Agropur, Olymel, Sollio Groupe Coopératif et les Producteurs de grains du Québec.

Plusieurs de ces projets sont également réalisés en partenariat avec des utilisateurs publics, soit des ministères provinciaux et fédéraux, comme le ministère de la Santé et des Services sociaux, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada, etc., qui intègrent de plus en plus des outils issus de la génomique dans leurs pratiques. Ces maillages public-privé témoignent de la **maturité** de la **technologie** et de la **volonté** des **utilisateurs** d'en **accélérer** l'**adoption**.

En doublant ses efforts de maillages, Génome Québec pourrait contribuer de façon importante au développement de **zones d'innovation**, à proximité des grandes institutions de recherche québécoises, notamment en stimulant la **prolifération d'innovations brevetables**. À ce jour, il est possible de démontrer qu'en profitant de l'offre de financement de Génome Québec, couplée aux incitatifs fiscaux découlant des crédits pour la R-D, les entreprises qui investissent en recherche au Québec bénéficient d'un soutien parmi les plus profitables en Amérique du Nord.

En effet, en participant à des projets d'intégration de la génomique cofinancés par Génome Québec (*Programme de partenariats pour les applications de la génomique*), les entreprises peuvent **multiplier jusqu'à 10 fois leur mise de fonds** dans la recherche. C'est pourquoi on parle de l'un des programmes les plus intéressants en Amérique du Nord. L'échelle de financement disponible varie entre 300 000 \$ et 6 M\$ par projet, avec un effet de levier significatif, qui vise à financer l'étape de validation nécessaire pour un transfert de la recherche vers le partenaire utilisateur.

Soutien financier demandé

Assurer le cofinancement des projets du Québec dans le cadre du *Programme de partenariats pour les applications de la génomique*

	Par an	3 ans
Gouvernement du Québec	5,0 M\$	15,0 M\$
Partenaires	10,0 M\$	30,0 M\$
Total	15,0 M\$	45,0 M\$

Effet de levier de 1:2

PARTENARIATS AVEC LE SECTEUR PRIVÉ

SOUTIEN FINANCIER DEMANDÉ : 3,5 M\$/AN – 10,5 M\$/3 ANS

Recommandation 3

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de soutenir le *Programme d'intégration de la génomique* de Génome Québec (volet santé et volet hors santé). Ce programme permet de **stimuler** le **potentiel industriel** de la génomique pour accroître la compétitivité de secteurs clés de l'économie du Québec. Axé sur les solutions et conçu pour multiplier le nombre de **partenariats public-privé**, ce programme vise à favoriser le passage d'une découverte vers une innovation.

Stimuler les investissements privés et partager les risques : un effet de levier en faveur de l'attraction d'investissements, du savoir-faire et de la compétitivité

Pour accroître la compétitivité des PME québécoises et attirer de nouveaux investissements au Québec, Génome Québec a récemment mis en place une mesure tremplin visant à bâtir de nouveaux ponts entre les chercheurs et le secteur privé. Elle se présente sous la forme d'un programme proposant des financements variant entre 50 000 \$ et 200 000 \$. Cette enveloppe cofinancera des partenariats entre des chercheurs académiques et des utilisateurs pouvant **implanter** ou **commercialiser** les résultats des recherches. Ces fonds seront exclusivement dédiés à l'établissement de **preuves de concept** servant de levier à l'obtention de financement subséquent.

En matière de santé, le premier cycle d'appel à projets a été lancé en 2021 et 13 projets ont été financés, représentant un investissement de 4,86 M\$, avec un cofinancement de 2,8 M\$. Un partenariat de 200 000 \$ a été signé avec l'Oncopole pour le cofinancement de cinq projets en cancer. Sur les 20 demandes soumises dans ce premier cycle, 19 ont été déposées par de nouveaux partenaires utilisateurs.

La première édition de ce programme dédié au secteur hors santé a été lancée en octobre 2021, avec une enveloppe de 2 M\$. Un partenariat a été conclu avec le Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies, qui contribuera à hauteur de 600 000 \$ pour le premier cycle du programme.

Cette approche s'inscrit dans notre volonté de **soutenir** des **compétences clés**, qui contribueront à propulser le secteur de la génomique, de renforcer le dialogue avec l'industrie et de proposer des **solutions collaboratives** en lien avec les enjeux prioritaires du Québec. Pour les entreprises privées, le bénéfice se concrétisera par l'**amélioration des procédés**, une **réduction des coûts** ou le développement de nouveaux produits ou services, le tout dans une perspective de développement durable et d'innovations en santé.

Soutien financier demandé

Soutenir le *Programme d'intégration de la génomique* (volet santé et volet hors santé)

	Par an	3 ans
Gouvernement du Québec	3,5 M\$	10,5 M\$
Partenaires	3,5 M\$	10,5 M\$
Total	7,0 M\$	21,0 M\$

Effet de levier de 1:1

LUTTE ET SURVEILLANCE DES PATHOGÈNES SOUTIEN FINANCIER DEMANDE : 2 M\$/AN – 6 M\$/3 ANS

Recommandation 4

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de soutenir le développement d'un programme axé sur la lutte et la surveillance des pathogènes. La pandémie de COVID-19 a pris le Québec et le monde entier par surprise et entraîne des impacts socioéconomiques sans précédent. Génome Québec souhaite miser sur les partenariats, l'infrastructure et le réseau mis en place durant la crise sanitaire, et financer des équipes multidisciplinaires pouvant développer des solutions innovantes pour la surveillance, le diagnostic et le traitement des pathogènes émergents.

S'outiller pour anticiper et affronter d'autres crises majeures de santé publique

La santé des êtres humains est étroitement liée à la santé des animaux ainsi qu'à l'environnement dans lequel nous évoluons. Au cours des dernières années, de nombreux facteurs ont modifié les interactions entre les personnes, les animaux, les plantes et notre environnement.

Les populations humaines sont en croissance et s'étendent dans de nouvelles zones géographiques, alors que la proximité des individus avec les animaux ne cesse de s'intensifier, qu'il s'agisse d'animaux sauvages, de bétail ou d'animaux de compagnie. De plus, l'impact des changements climatiques se fait de plus en plus sentir notamment au

niveau du climat, de l'utilisation des terres (déforestation, pratiques agricoles intensives, etc.) et de la qualité de l'air et des eaux. Enfin, le mouvement des individus, des animaux et des produits divers est en constante augmentation, en raison du commerce international et des nombreux voyages à l'étranger. En conséquence, les maladies de tous types peuvent se propager rapidement au-delà des frontières, voire sur l'ensemble de la planète. D'autres **épidémies** et **pandémies**, sont donc à prévoir au cours des prochaines années. De là la pertinence de mettre en place des **mécanismes de surveillance** des **pathogènes**, avec l'objectif ultime de bien s'outiller en matière de salubrité alimentaire, de résistance antimicrobienne ou de maladies transmissibles de l'animal à l'humain.

Statistiques importantes

Selon le Conseil des académies canadiennes, en 2018, environ 26 % des infections étaient résistantes aux médicaments généralement utilisés pour les traiter. D'ici 2050, le taux de résistance passera à 40 %. De plus, toujours d'ici 2050, les coûts cumulatifs liés à la résistance aux antimicrobiens pour le Canada seront de :

- 396 000 vies;
- 120 milliards de dollars en frais hospitaliers;
- 388 milliards de dollars de produit intérieur brut.

L'Organisation mondiale de la Santé a identifié en 2019 la résistance aux antimicrobiens comme une des dix plus grandes menaces en santé publique auxquelles l'humanité fait face. Contrairement aux nouvelles pandémies virales, qui font les manchettes de tous les médias de façon ponctuelle, celle-ci ne concerne pas un seul agent pathogène (pouvant causer une maladie), mais plutôt une multitude de virus, parasites, champignons, et surtout des bactéries.

En comparaison avec d'autres maladies virales comme la COVID-19, la résistance aux antibiotiques et aux antimicrobiens peut bel et bien être qualifiée de pandémie. À long terme, ses impacts économiques et en santé publique risquent d'être pires que la crise sanitaire actuelle. Cependant, les défis que nous traversons nous ont appris qu'une coopération mondiale est possible. Si la société et l'ensemble de la communauté scientifique travaillent de pair, comme ils l'ont fait avec la COVID-19, nous pouvons espérer enrayer cette autre pandémie ou du moins, en limiter l'impact.¹

La génomique pour la surveillance des pathogènes

Considérant sa capacité de répondre à diverses problématiques de **santé publique**, la génomique devient de plus en plus incontournable et devrait faire partie intégrante des outils mis à la disposition des autorités de santé publique du Québec. Il s'agit d'une technologie puissante, suffisamment mature pour apporter des solutions en temps de crise, comme ce fut le cas lors de crises sanitaires telles que E. coli, salmonellose et listériose, ou actuellement, dans le contexte du **SRAS-CoV-2**, alors que la génomique est omniprésente au sein du processus de compréhension du virus, des variants, des réactions antigéniques, etc. Selon les autorités, c'est certainement au niveau de

¹ *The Conversation*, 6 janvier 2021

l'épidémiologie moléculaire, la traçabilité, le génotypage, le diagnostic de résistance aux antimicrobiens et la métagénomique que la génomique aura le plus d'impact dans les prochaines années.

En favorisant une approche globale multidisciplinaire et multisectorielle (approche *One Health*) pour s'attaquer à la menace croissante générée par la **résistance aux antimicrobiens**, nous espérons neutraliser le risque-tout en garantissant l'accès à des marchés mondiaux, dont les exigences réglementaires sont élevées.

Pour agir sur la réduction de la prévalence des microorganismes affichant une résistance aux antimicrobiens dans les hôpitaux, les exploitations agricoles et au niveau de l'environnement, il serait judicieux de structurer une masse critique d'experts en génomique microbienne. Cela permettrait au Québec de s'outiller afin d'anticiper des crises sanitaires de grande envergure et de soutenir sa compétitivité en matière d'innovation (nouveaux antimicrobiens et diagnostics, outils de surveillance et prévention, mise en place de politiques publiques basées sur des données probantes, etc.). Au niveau **fédéral**, cette priorité a été mentionnée dans le **budget 2021**, avec un premier investissement de **29 M\$**.

Les nouvelles technologies de séquençage permettent d'obtenir rapidement, à un coût abordable, des séquences génomiques pour des applications telles que le développement de PCR diagnostiques ou de tests sérologiques, la détection de facteurs de virulence et de gènes de résistance aux antibiotiques et l'épidémiologie de bactéries pathogènes. Ainsi, la génomique bactérienne est utile aux microbiologistes, aux infectiologues et aux spécialistes en hygiène sanitaire. Bref, elle deviendra probablement d'ici peu une analyse diagnostique spécialisée à laquelle de plus en plus d'experts auront recours pour obtenir des réponses rapides.

Outre l'expertise déjà en place, il y a énormément de potentiel de recherche et d'applications concrètes dans le domaine de la surveillance des pathogènes. Certains **partenariats** de recherche ont déjà produit des **solutions** à fort potentiel de **commercialisation**. Dans cette perspective, Génome Québec propose de lancer un programme pour financer des équipes multidisciplinaires, en mesure de développer des solutions innovantes pour la surveillance, le diagnostic et le traitement des pathogènes émergents.

Soutien financier demandé

Mettre en place un programme sur la lutte et la surveillance des pathogènes

	Par an	3 ans
Gouvernement du Québec	2,0 M\$	6,0 M\$
Partenaires	2,0 M\$	6,0 M\$
Total	4,0 M\$	12,0 M\$

Effet de levier de 1:1

VALORISATION DES DONNÉES GÉNOMIQUES

SOUTIEN FINANCIER DEMANDE : 4,2 M\$/AN – 12,7 M\$/3 ANS

Recommandation 5

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de soutenir le développement et la mise en place de quatre infrastructures ou initiatives dédiées au traitement, à la valorisation, à l'harmonisation et à la diffusion des données génomiques, pour les secteurs santé et hors santé.

- **Genovalia** : Un premier centre de production, de traitement et de valorisation des données génomiques non humaines, qui permettrait de créer de la valeur en misant sur la synergie entre l'intelligence artificielle et les données génomiques des secteurs agroalimentaire, forestier et environnemental.
- **Centre québécois de données génomiques** : Une plateforme d'harmonisation et de diffusion des données génomiques générées par les activités cliniques et de recherche du Québec. Cette vision structurante aura un impact probant sur la mise en valeur des données génomiques en santé, l'harmonisation et l'accès aux données pour les chercheurs et l'industrie, leur qualité et leur valeur économique. De plus, ces données pourront alimenter le développement de l'intelligence artificielle et ses résultats.
- **Génome de référence pour le Québec (GenoRef-Q) à travers le séquençage de la cohorte populationnelle CARTaGENE** : Créer un catalogue des variants génétiques présents dans la population du Québec. Cela permettra de mettre à la disposition des généticiens cliniques un outil qui permettra d'interpréter les résultats des tests génétiques, d'améliorer le diagnostic et de permettre la découverte de nouveaux traitements.
- **Digital Hôpital Découverte Plateforme (DHDP)** : Cette collaboration stratégique entre Génome Québec et la DHDP favorisera l'accélération de l'intégration de la masse critique de données génomiques en oncologie.

Intégration et utilisation des données génomiques

La création d'approches novatrices de résolutions de problèmes et de prises de décision, ainsi que les principaux moteurs de l'innovation, reposent sur la recherche scientifique utilisant un grand volume de données. En effet, au cours des dernières décennies, d'importantes percées technologiques ont permis d'accélérer la génération de données plus volumineuses et plus complexes que jamais, qui ont à leur tour favorisé l'élaboration de nouvelles technologies et infrastructures nécessaires pour recueillir, emmagasiner, gérer, explorer et intégrer tous ces renseignements. Cette nouvelle réalité soulève son lot de défis, notamment en ce qui a trait à la **capacité de maîtriser le traitement des mégadonnées jumelées à la génomique**.

Dans cette perspective, il sera nécessaire de tirer le maximum des dollars investis dans ces domaines et surtout, d'en tirer des bénéfices au profit de la société québécoise.

Genovalia : créer de la valeur en misant sur la synergie entre l'intelligence artificielle et les données génomiques non humaines

Dans la perspective où le gouvernement du Québec souhaite effectuer un virage numérique pour des secteurs comme l'agriculture, la foresterie ou l'environnement, Génome Québec propose de mettre en place un premier centre de production, de traitement et de valorisation des données génomiques non humaines, orchestré dans un contexte de **gestion rigoureuse** des données, selon les principes FAIR (facilement trouvables, accessibles, interopérables et réutilisables). Une telle ressource serait complémentaire et viendrait bonifier les services offerts par le Centre d'expertise et de services Génome Québec.

La réalité des métadonnées hors santé est très différente, qu'il s'agisse de géolocalisation, de senseurs divers, de données climatiques, etc. Le secteur fait présentement face à plusieurs défis, dont la fragmentation en silos, le manque d'outils et d'expertise pour l'analyse et l'interprétation, ainsi que le manque de standardisation dans la collecte et de capacité computationnelle de haut niveau.

En raison de ces nombreuses lacunes, les données génomiques sont sous-utilisées, alors qu'il y aurait de nombreux **avantages**, tant pour l'**industrie** que pour l'orientation des **politiques publiques**, à exploiter ces données en mettant à contribution des outils d'**intelligence artificielle**.

C'est dans cette optique que Génome Québec et l'Université Laval proposent la création de Genovalia, un centre de valorisation des données génomiques non humaines. Il s'agit d'un projet couvrant l'ensemble du cycle de vie des données génomiques non humaines, depuis leur génération jusqu'à leur analyse, archivage, valorisation et publication, selon les besoins.

Au cours de la dernière année, Génome Québec a investi 500 000 \$ afin de jeter les bases de Genovalia. Les services du centre Genovalia seront destinés à la recherche académique du Québec d’abord, puis du Canada et de l’international, ainsi qu’aux nombreux partenaires public-privé potentiels, par exemple, plusieurs ministères fédéraux et provinciaux tels que Pêches et Océans Canada, Ressources naturelles Canada, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, le ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation du Québec, Hydro-Québec, des partenaires privés comme Olymel ou Lactanet, et plusieurs firmes de consultants.

Soutien financier demandé

Mise en place d’un centre de données génomiques non humaines Genovalia

	Par an	3 ans
Gouvernement du Québec	1,5 M\$	4,5 M\$
Partenaires	1,5 M\$	4,5 M\$
Total	3,0 M\$	9,0 M\$

Effet de levier de 1:1

Centre québécois de données génomiques dédié à la recherche et à la clinique

Actuellement, il existe plusieurs **banques de données** au Québec, mais elles ne sont pas harmonisées ni accessibles facilement. La solution passe par le développement d’un centre de données génomiques, qui se présente sous la forme d’une **infrastructure infonuagique de recherche collaborative**, dont la mission consistera à faciliter la recherche génomique en promulguant l’harmonisation et le partage de données produites par la communauté de recherche œuvrant en santé (incluant des données cliniques).

Ultimement, l’idée vise à doter le Québec d’un réseau harmonisé de banques de données génomiques accessibles à la recherche. On y conservera notamment les données des 43 000 participants de la cohorte populationnelle CARTaGENE, ainsi que les données des 45 000 participants de la Biobanque Genizon. Par sa proximité avec le laboratoire du Centre intégré de génomique clinique pédiatrique CHU Sainte-Justine, le Centre québécois de données génomiques entend également rendre accessibles les données cliniques produites par le Centre québécois de génomique clinique.

Pour réaliser son mandat, le Centre québécois de données génomiques devra développer une série d’outils d’harmonisation et de standardisation de format, afin de permettre l’interopérabilité et le partage multiplateformes.

Les objectifs du Centre québécois de données génomiques consistent à :

- Créer une plateforme bio-informatique sécurisée pour l'hébergement de données cliniques produites au Québec;
- Harmoniser ces données cliniques avec des données de recherche;
- Encourager le dépôt de données de recherche;
- Procurer à la communauté de chercheurs un accès sécuritaire à ces données;
- Augmenter la compétitivité du Québec en génomique.

Une fois en activité, le Centre québécois de données génomiques permettra d'**augmenter** la **compétitivité** des chercheurs québécois, d'**accroître** l'**investissement** du secteur privé, d'**attirer** de nouveaux **talents** et ultimement, d'**améliorer** la qualité des **soins** aux **patients**.

Au cours des deux dernières années, Génome Québec a investi 1 M\$ afin de jeter les bases du Centre québécois de données génomiques. Il financera également à hauteur de 4,2 M\$ le séquençage et le génotypage des échantillons CARTaGENE. L'objectif est d'une part, de valoriser cette biobanque populationnelle unique, et d'autre part, d'alimenter le Centre québécois de données génomiques. Ce financement de Génome Québec a bénéficié d'un effet de levier important. Spécifiquement, le Centre québécois de données génomiques s'est vu octroyer un financement fédéral de la Fondation canadienne pour l'innovation de 7,5 M\$ en 2020, ce qui illustre concrètement le niveau de compétitivité de l'expertise en place.

Soutien financier demandé

Soutenir le financement et le développement du Centre québécois de données génomiques dédié à la recherche et à la clinique

	Par an	3 ans
Gouvernement du Québec	0,75 M\$	2,20 M\$
Partenaires	0,75 M\$	2,20 M\$
Total	1,50 M\$	4,50 M\$

Génome Québec prévoit que cette plateforme sera complètement financée d'ici cinq ans.

Effet de levier de 1:1

Soutenir le virage vers la médecine de précision et son arrimage avec les mégadonnées

L'objectif de l'initiative GenoRef-Q consiste à séquencer le génome de 10 000 participants issus de la cohorte CARTaGENE. À ce jour, 2 000 génomes ont été séquencés grâce à un octroi de 3 M\$ de Génome Québec et Génome Canada, en partenariat avec CARTaGENE, le CHU Sainte-Justine et Illumina. Pour atteindre l'objectif et produire cette ressource précieuse visant à faire avancer la recherche en génomique et en promouvoir la transformation en application, il est essentiel de séquencer les 8 000 génomes additionnels.

Unique en son genre, GenoRef-Q permettra de créer un catalogue des variants génétiques présents dans la population québécoise et ultimement, de mettre à la disposition des généticiens cliniques et autres cliniciens un **outil puissant**, qui permettra d'**interpréter** les **résultats** des **tests génétiques** et de **déterminer** la **cause** de diverses maladies génétiques. En plus de permettre la réalisation de diverses activités liées à la médecine de précision, les informations obtenues grâce au séquençage seront également utiles pour déchiffrer les données génétiques actuelles. À long terme, ces données pourront contribuer au développement de cibles de médicaments plus spécifiques.

Considérant qu'il permettra de mieux comprendre le risque génétique dans les populations québécoises, voire canadiennes, GenoRef-Q correspond parfaitement aux priorités de plusieurs universités et centres de recherche, ainsi qu'à celles des gouvernements provinciaux et fédéral.

Pendant plusieurs années, le Québec a su se distinguer grâce à CARTaGENE, sa cohorte populationnelle bien distinctive. Toutefois, cette ressource fort convoitée prendra toute sa valeur une fois séquencée. Et le temps presse, car **l'avance dont nous disposions au Canada tend à se rétrécir**. Déjà, le Partenariat canadien pour la santé de demain (CanPath) offre aux chercheurs des outils permettant d'identifier les données et échantillons biologiques recueillis par les six cohortes participantes, afin de répondre à de nombreuses questions de recherche novatrice. Les données de génotypage de plus de 4 800 participants sont déjà disponibles.

Soutien financier demandé

Soutenir financièrement la poursuite de l'initiative GenoRef-Q

	Par an	3 ans
Gouvernement du Québec	1,5 M\$	4,5 M\$
Partenaires	1,5 M\$	4,5 M\$
Total	3,0 M\$	9,0 M\$

Effet de levier de 1:1

Accélérer le développement de la médecine de précision grâce aux mégadonnées et à l'intelligence artificielle

L'Institut de recherche Terry Fox et Imagia ont uni leurs forces dans la création de la DHDP, une plateforme de découverte en santé utilisant l'intelligence artificielle. Cette dernière est soutenue par le Fonds stratégique pour l'innovation du gouvernement fédéral auquel s'ajoutent de nombreux partenaires, dont Génome Québec.

Imagia a développé EVIDENS, une plateforme déjà déployée dans de nombreux centres hospitaliers, qui intègre, indexe et analyse les données réelles tels les résultats d'exams de laboratoire, les rapports médicaux et l'imagerie, pour concevoir des études cliniques fondées sur des données probantes. La confidentialité des données des patients est assurée grâce à l'apprentissage fédéré. En effet, seuls les modèles d'intelligence artificielle entraînés sont partagés, alors que les données ne quittent jamais les établissements hospitaliers.

La DHDP intégrera EVIDENS, qui combinée au Réseau des centres d'oncologie du Marathon de l'espoir, permettra d'exploiter au niveau pancanadien, le plein potentiel des données massives en oncologie.

Afin d'améliorer les **soins et traitements** futurs pour les **patients** atteints de **cancer**, les **données génomiques** sont **essentiels**. Génome Québec désire contribuer à la plateforme afin que la composante génomique, élément clé de la médecine de précision, soit intégrée à cette initiative. Cela prendrait la forme d'un **partenariat structurant**, visant à renforcer le leadership du Québec en matière de génomique et d'intelligence artificielle. Le DHDP lancera son premier appel à projets au printemps 2022.

Soutien financier demandé

Soutenir financièrement le partenariat entre la Digital Hôpital Découverte Plateforme (DHDP) et Génome Québec

	Par an	3 ans
Gouvernement du Québec	0,5 M\$	1,5 M\$
Partenaires	1,0 M\$	3,0 M\$
Total	1,5 M\$	4,5 M\$

Effet de levier de 1:2

Recommandation 6

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec d'encourager et de soutenir financièrement des initiatives mobilisatrices visant à s'attaquer aux défis liés à la **désinformation** ainsi qu'à la nécessité d'engager un dialogue avec la population, dans une perspective d'**acceptabilité sociale**. Ces initiatives devront avoir pour objectif d'accroître le niveau de littératie scientifique des jeunes, de mieux outiller la population et d'informer différents segments de la population relativement à la génomique et aux enjeux afférents.

À l'ère de la désinformation, comment mieux outiller la population et développer l'esprit critique des citoyens de demain?

La recherche n'a jamais disposé d'autant d'espace médiatique, avec les avantages et les inconvénients que cela comporte. À peu près tout le monde a une opinion sur la question, mais celle-ci est basée sur quoi et alimentée selon quelles sources d'information? Nous sommes à l'ère des complotistes, des cyberactivistes, des gens qui vivent dans un monde où rien n'est vrai, mais où tout est possible.

La désinformation se définit comme une information erronée ou déformant la réalité, qui est transmise au moyen des médias de masse ou des médias sociaux, dans le but de manipuler l'opinion publique.

Qui dit génomique, dit médecine de précision, intelligence artificielle, agriculture de précision, sélection de précision, accès et partage des données de santé, consentements, etc. Quand nous parlons de génomique, nous faisons référence à un sujet très complexe, qui aura des impacts significatifs sur la transformation des façons de faire et conséquemment, générera de la **résistance aux changements** et de l'incertitude, ce qui nécessite de composer quotidiennement avec des publics peu informés, souvent sceptiques et réticents face aux nouvelles technologies. Nous voilà donc en présence de **deux défis** d'envergure sur lesquels se jouera en grande partie le virage vers une société innovante : l'**éducation scientifique** et l'**engagement de la population** (acceptabilité sociale).

Éducation scientifique

Il est essentiel d'offrir aux jeunes des outils pour mieux comprendre et naviguer dans l'univers médiatique, et **aiguiser** leur **esprit critique**. Est-ce que les informations se rendent aux oreilles des jeunes? Qu'est-ce qui influence leur opinion? Quel est le rôle joué par les influenceurs du Web? Comment peut-on mieux les préparer à devenir les citoyens de demain?

L'éducation fait partie intégrante de la mission de Génome Québec et au cours des cinq dernières années, plusieurs initiatives ont vu le jour. L'organisme a développé une plateforme en ligne, destinée en premier lieu aux jeunes du secondaire et au personnel enseignant de science et technologie. Elle présente les concepts de base de la génétique, en plus d'introduire les notions plus avancées de la génomique. Génome Québec offre également des activités en classe gratuites, afin de permettre aux élèves de mettre en pratique leurs connaissances.

Cette plateforme a été élaborée avec des membres du personnel enseignant et des conseillers pédagogiques, afin de répondre à leurs besoins et aux exigences du programme de science et technologie du ministère de l'Éducation du Québec. De plus, tous les contenus et activités ont été développés avec le soutien d'équipes scientifiques. La plateforme est mise à jour sur une base continue.

Mission ADN-eau, un projet phare qui ne cesse de prendre de l'ampleur

Parmi les activités offertes, il y a *Mission ADN-eau*, un projet de **science citoyenne** qui contribue à une meilleure compréhension de l'état de la biodiversité des cours d'eau du Québec. Il s'agit du projet phare de Génome Québec en matière d'éducation, une initiative qui place les élèves au cœur de la démarche d'investigation scientifique, leur permettant de se familiariser avec le processus de production et d'acquisition de connaissances. Depuis son lancement en 2019, *Mission ADN-eau* a rejoint 58 écoles, 3 220 élèves à travers six régions du Québec, et ce, malgré les restrictions liées à la pandémie de COVID-19.

Grâce à une collaboration entre Génome Québec, l'Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec, École en réseau, l'Équipe de recherche en éducation scientifique et technologique de l'Université du Québec à Montréal, et les Fonds de recherche du Québec, ce projet sera bonifié, afin de permettre le développement de compétences informationnelles. Trois axes de formation seront alors développés : la **désinformation**, la **démarche d'investigation scientifique** et les **contenus scientifiques**. Cette nouvelle extension de *Mission ADN-eau* sera développée en collaboration avec le ministère de l'Éducation du Québec. De plus, fort de son succès, *Mission ADN-eau* est présentement en processus d'intégration des savoirs culturels, afin d'être offert aux communautés de la Nation Crie d'Eeyou Istchee sur la côte est de la Baie-James. Ce projet pilote sera soutenu financièrement par Génome Québec, Génome Canada et le Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies. Deux résolutions officielles ont été signées avec les conseils de bande des Cris des Premières Nations d'Eastmain et de Waskaganish.

À l'origine, *Mission ADN-eau* a été développé en collaboration avec le ministère de la Faune, des Forêts et des Parcs et le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Le projet est rendu possible grâce au financement du ministère de l'Économie et de l'Innovation.

Engagement de la population (acceptabilité sociale)

Si nous visons un **meilleur engagement** ainsi que des **prises de décision** et de **position** plus **éclairées** de la part de la population, il faudra construire sur une multiplicité d'approches et d'expertises, et inscrire cette approche dans la durée. Génome Québec entend poursuivre sur cette voie et miser sur diverses collaborations, en vue de favoriser la **consultation**, l'**information**, l'**éducation** et l'**engagement** de la population.

En matière d'enjeux relatifs à l'acceptabilité sociale à l'égard de la génomique et ce qui en découle, Génome Québec a déjà développé plusieurs outils et initiatives permettant de jeter les bases d'une opération plus large d'engagement citoyen. Certaines collaborations très solides sont déjà en place, dont avec le Fonds de recherche du Québec - Santé. D'autres pourraient voir le jour dans les secteurs hors santé, notamment celui de l'agroalimentaire.

Les ressources sont en place et Génome Québec peut certainement jouer un rôle important dans le cadre d'une stratégie globale d'éducation de la population, tant chez les jeunes qu'auprès de la population en générale.

Soutien financier demandé

S'attaquer aux défis de la désinformation et engager un dialogue avec la population

	Par an	3 ans
Gouvernement du Québec	0,5 M\$	1,5 M\$
Partenaires	0,5 M\$	1,5 M\$
Total	1,0 M\$	3,0 M\$

Effet de levier de 1:1

CONCLUSION

L'avenir économique des sociétés modernes passera inévitablement par la recherche et l'innovation. Avec deux grandes stratégies en sciences de la vie ainsi qu'en recherche et en innovation, à venir au printemps prochain, auxquelles s'ajoutent divers plans et politiques ministériels misant également sur l'innovation, dont la Politique bioalimentaire du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec ou encore le Plan pour une économie verte du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, le Québec a clairement fait le choix ambitieux de miser sur l'innovation pour dynamiser son économie.

Technologie de rupture reconnue pour le rôle **révolutionnaire** qu'elle jouera au cours des prochaines décennies, la **génomique** constitue sans contredit un **pilier** pour les prochaines années, au même titre que l'intelligence artificielle.

Dans le présent mémoire, Génome Québec présente **six recommandations**, qui permettront de consolider le leadership et la compétitivité du Québec à l'échelle canadienne et internationale. Ces recommandations visent à se donner les moyens de relever les défis de main-d'oeuvre spécialisée et de croissance de Génome Québec, stimuler le potentiel industriel de la génomique pour accroître la compétitivité des secteurs clés de l'économie, et soutenir les engagements climatiques et de santé durables du Québec. Elles visent aussi à contribuer de façon importante au déploiement des **zones d'innovation** et à **multiplier** les **partenariats public-privé**. Ce mémoire propose également au gouvernement du Québec de s'outiller en prévision des prochaines crises sanitaires, en développant des solutions innovantes pour la surveillance, le diagnostic et le traitement des pathogènes émergents. Ces recommandations ne seraient pas complètes sans soulever l'aspect incontournable de la valorisation des données génomiques. Ainsi, Génome Québec demande au gouvernement du Québec de soutenir le développement et la mise en place de quatre infrastructures ou initiatives stratégiques dédiées au traitement, à la valorisation, à l'harmonisation et à la diffusion des données génomiques, pour les secteurs en santé et hors santé. Enfin, une société ne peut prétendre effectuer un virage réussi vers une économie basée sur l'innovation, sans prendre en compte une des composantes essentielles du cycle d'innovation, soit l'éducation scientifique et l'acceptabilité sociale de la population. Ce mémoire comprend donc une recommandation à cet effet.

Depuis sa création en 2000, le modèle d'affaires de Génome Québec a fait ses preuves. L'organisme a joué un rôle clé à plusieurs égards, notamment en permettant au Québec de devenir un chef de file en matière de médecine de précision ou en opérant l'un des centres de services technologies parmi les meilleurs en Amérique du Nord, alors que sa réputation ne cesse de progresser au sein des autres marchés internationaux. Avec des frais administratifs sous la barre des 5 %, une proportion exemplaire, et un effet de levier de 1:3 sur le dollar du Québec, Génome Québec est certainement l'un des organismes phares qui contribueront à la souveraineté économique du Québec au cours des prochaines années.