



**Mémoire présenté au  
ministère de l'Économie et de  
l'Innovation du Québec dans le  
cadre du renouvellement de la  
Stratégie québécoise des sciences  
de la vie 2017-2027**



## À propos de Génome Québec

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 de façon innovante au système de santé, au développement social et durable, ainsi qu'au rayonnement du Québec.

Les innovations issues de la génomique amélioreront la prestation de soins de santé, en permettant le déploiement de la médecine de précision.

## Préambule

Dans la Stratégie québécoise des sciences de la vie (SQSV), le gouvernement du Québec a identifié deux créneaux transversaux, soit la médecine de précision et l'exploitation des mégadonnées en santé. Dans le cadre de cet exercice de renouvellement de la SQSV, Génome Québec est d'avis que si nous souhaitons moderniser et améliorer la performance de notre système de santé, avec l'objectif d'avoir un réel impact au niveau économique, ces deux créneaux doivent être maintenus comme prioritaires.

Au cœur de la médecine de précision et de l'exploitation des mégadonnées, on retrouve notamment deux technologies de rupture incontournables, qui transformeront les façons de faire : la génomique et l'intelligence artificielle. D'ailleurs, selon un rapport du National Health Service (NHS) publié en 2019, d'ici 20 ans, 90 % de tous les emplois du NHS exigeront des compétences numériques. Le personnel devra être en mesure de se repérer dans un environnement de soins de santé riche en données. Tout le personnel devra avoir des connaissances en matière de numérique et de génomique. On ne peut donc pas tourner le dos à l'inévitable.

Il faut surtout éviter de faire l'erreur de considérer ces technologies comme des augmentations de coûts. On doit plutôt s'élever au niveau stratégique et les voir comme un nouveau moyen de relever les grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle en matière de soins de santé. Les grands leaders mondiaux de l'innovation en santé l'ont compris et ont tous mis en place des stratégies nationales, qui misent en grande partie sur ces piliers. Si le Québec veut s'inscrire dans les ligues majeures, attirer des milliards de dollars d'investissements privés et devenir l'un des cinq pôles nord-américains les plus importants d'ici 2027, il lui faudra revoir en profondeur certaines façons de faire.

Pour que le Québec devienne un pôle d'attraction d'investissements et se distingue à l'échelle internationale, il faut penser les sciences de la vie dans une perspective plus large, en tenant compte de l'importance d'amorcer une transformation de nos approches globales en santé. La médecine de précision et l'exploitation des mégadonnées doivent s'inscrire dans une vision concertée et cohérente, si nous souhaitons tirer tous les bénéfices qui en découlent, que ce soit d'un point de vue d'optimisation des ressources, d'amélioration de la qualité des soins, de soutien aux politiques publiques ou de création de valeur économique et sociale. La prochaine décennie est donc l'occasion de s'attaquer aux problèmes de gouvernance des données et de cybersécurité, de convenir de cadres éthiques et de perfectionner le personnel et les organisations concernées. Le tout en déployant les mécanismes appropriés pour gagner la confiance des citoyennes et des citoyens.

Le Québec a en main tous les atouts nécessaires puisqu'il bénéficie à la fois d'une masse critique d'expertise et d'infrastructures reconnues à l'échelle internationale, notamment en matière de génomique et d'intelligence artificielle, en plus de disposer d'un système de santé à payeur unique, dont la structure pourrait constituer un avantage stratégique de taille. Il faudra cependant relever de nombreux défis, en commençant par la numérisation de l'information en santé ainsi que l'accès et le partage des données à des fins de recherche.

La filière québécoise en intelligence artificielle est reconnue mondialement comme l'une des plus performantes au monde. Des millions de dollars ont été investis et elle a de nombreux succès à son actif. Toutefois, jusqu'à présent, elle n'atteint malheureusement pas ses objectifs en matière de santé, en raison de la question d'accès aux données médicales des patients qui demeure, à ce jour, irrésolue. De plus, de nombreux silos empêchent le partage et l'accès des données de recherche financées par les fonds publics.

Les deux créneaux transversaux identifiés dans la SQSV sont étroitement reliés, car si nous souhaitons que la médecine de précision, qui se fait au Québec, se distingue dans le monde, il faudra impérativement miser sur nos grandes forces en intelligence artificielle. Cela sous-entend de régler les enjeux d'accès et de partage de données. Une fois que ces deux créneaux d'excellence pourront atteindre leur pleine vitesse de croisière, le Québec pourra construire sur la force de ce savoir pour atteindre ses objectifs d'attraction d'investissements sur tous les paliers visés par la SQSV. De cette force pourrait émerger une puissante filière industrielle comme il y en a à Cambridge au Royaume-Uni, autour du Broad Institute à Boston, ou du Vlaams Instituut voor Biotechnologie (VIB) en Belgique.

## Liste des recommandations

Dans la Stratégie québécoise des sciences de la vie (SQSV), le gouvernement du Québec a identifié deux créneaux transversaux, soit la médecine de précision et l'exploitation des mégadonnées en santé. Dans le cadre de cet exercice de renouvellement de la SQSV, Génome Québec est d'avis que si nous souhaitons moderniser et améliorer la performance de notre système de santé, avec l'objectif d'avoir un réel impact au niveau économique, ces deux créneaux doivent être maintenus comme prioritaires.

1. Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de **faciliter l'accès aux données de santé, dont les données génomiques** à des fins de recherche et d'approches cliniques, en s'inspirant des meilleures pratiques de protection et d'encadrement existantes.
2. Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de **soutenir la mise en place d'un écosystème québécois de mégadonnées cohérent, structuré et sécuritaire**, de manière à faire avancer la médecine de précision et à tirer avantage de son arrimage avec l'intelligence artificielle, afin de maximiser la création de valeur sociale et industrielle.
3. Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de **poursuivre le soutien en faveur de projets collaboratifs, visant à accélérer l'intégration de l'innovation**, et démontrant un effet de levier important. Ces projets devront être menés en partenariat avec les utilisateurs des secteurs public et privé.
4. Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de **fédérer, valoriser et soutenir les plateformes technologiques à haute valeur ajoutée**, générant des retombées sociales et économiques. Ces infrastructures constitueront un pôle d'attraction de nouveaux investissements, en plus de soutenir des initiatives de l'industrie, telles que des essais cliniques pharmaceutiques, et de contribuer au succès de PME québécoises.
5. Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de **faciliter l'intégration des outils génomiques dans l'approche clinique** de notre système de santé, **rapatrier au Québec les tests de diagnostics moléculaires** actuellement faits hors Québec, et **faire du gouvernement le premier preneur** de l'innovation québécoise.
6. Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de **reconnaître officiellement la légitimité et contribuer financièrement**, avec les partenaires privés, à la pérennité de la **Table de concertation en médecine de précision**, un agent de cohérence neutre et représentatif des piliers de l'écosystème de la médecine de précision, et de **confier à cette table, le mandat de coordonner l'effort pour l'élaboration d'une stratégie nationale d'éducation publique**, visant à soutenir l'intégration de la médecine de précision au Québec.
7. Génome Québec recommande au gouvernement du Québec **d'engager le public dans une conversation sur l'accessibilité et l'utilisation des données génomiques, et autres données sensibles**, par les chercheurs ou les entreprises, et de situer le tout dans le contexte des cadres réglementaires et éthiques.

## Introduction

La génomique est une technologie de rupture qui permet l'étude de l'ensemble du matériel génétique d'un organisme vivant. À plusieurs égards, elle apporte des solutions qui stimulent la croissance économique du Québec. La génomique aura un impact majeur sur la compétitivité industrielle. Elle permet notamment d'améliorer la santé humaine, publique, animale, l'alimentation, l'environnement, bref la qualité et le bien-être de la société québécoise dans son ensemble. La capacité de la génomique de fournir des solutions à de nombreux défis de notre société moderne constitue une véritable révolution.

L'élément déclencheur de cette révolution génomique est sans contredit la diminution draconienne, au cours des 12 dernières années, des coûts de séquençage, un phénomène qui a favorisé l'explosion de la production de données massives. En effet, les coûts de séquençage diminuent d'environ 20 % par année, ce qui rend l'accès aux données génomiques de plus en plus facile et abordable, générant de nombreuses opportunités d'emplois de haut niveau, ainsi que l'émergence de filières industrielles issues du savoir en génomique.

Au cours des 20 dernières années, Génome Québec a contribué à l'établissement d'une masse critique enviable. Avec plus d'un milliard de dollars investis en génomique au Québec depuis 2001, dont 370 millions issus du gouvernement du Québec, la province dispose désormais d'expertises et d'infrastructures de calibre mondial, avec en main des avantages compétitifs permettant de nous distinguer parmi les meilleurs. Ces investissements ont complètement transformé le parcours professionnel de plusieurs chercheurs, en servant de levier pour la création d'actifs stratégiques d'envergure sur lesquels de grandes initiatives se sont développées.

### **Le Centre d'excellence en thérapie cellulaire de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont**

Grâce au soutien de Génome Québec et Génome Canada, à hauteur 13,5 millions de dollars, dont 4,7 millions proviennent du gouvernement du Québec, l'équipe multidisciplinaire des docteurs Claude Perreault et Denis-Claude Roy travaille activement à améliorer les chances de survie des patients atteints de cancers hématologiques et résistants à la chimiothérapie. Depuis six ans, ils travaillent au développement d'une technologie de greffe novatrice nommée Guided Lymphocyte Immunopeptide Derived Expansion (GLIDE), une approche de médecine de précision, qui vise à fabriquer des cellules activées spécifiquement pour s'attaquer aux cellules cancéreuses. Les avancées de la génomique ont permis au groupe de recherche d'identifier cent cibles anticancer sur lesquelles concentrer les traitements. Ces cellules activées s'attaquent spécifiquement aux tumeurs, évitent les cellules saines et favorisent l'acceptation du greffon.

Une étude de phase 1 réalisée auprès de patients détenant un très mauvais pronostic, et chez qui la méthode traditionnelle de chimiothérapie avait échoué, a été complétée et a permis de conclure sur les résultats suivants :

- Amélioration cliniquement significative.
- Très faible taux de rejet des greffons.
- Très faible problème de toxicité lors de l'administration du traitement GLIDE.

L'Institut d'héματο-oncologie et de thérapie cellulaire de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont débutera, en janvier 2021, une deuxième étude de phase I utilisant GLIDE. Cette fois pour la prévention de la rechute.

- L'approche GLIDE répond aux besoins de la moitié des cas diagnostiqués de cancer du sang, qui ne réagissent pas bien à la méthode traditionnelle de chimiothérapie et de greffe de cellules souches.
- Une fois le stade de commercialisation atteint, cette thérapie deviendra rapidement la norme.
- Sur la base du nombre de greffes à haut risque, aux États-Unis et au Canada, on estime le potentiel de marché à 1,2 milliard de dollars pour le traitement GLIDE.

L'expertise de pointe développée par cette équipe est unique et reconnue mondialement, faisant de Montréal un pôle d'excellence en matière d'héματο-oncologie et de thérapie cellulaire. Le financement octroyé par Génome Québec en 2012, leur a permis d'établir les jalons de leur démarche scientifique, faisant d'eux des précurseurs, mais surtout LA référence dans leur domaine. Les résultats issus de ce financement permettent aujourd'hui d'alimenter leurs démarches de développement d'affaires et d'attirer des investissements privés. Mais plus important encore, de sauver des vies.

Parmi les organismes québécois dédiés à la recherche et à l'innovation, Génome Québec est certainement l'un des mieux positionnés pour jouer un rôle de premier plan dans un Québec, qui a choisi de miser sur la recherche et l'innovation pour dynamiser son économie. Grâce à la structure de son modèle d'affaires et à sa flexibilité opérationnelle, Génome Québec est en mesure de stimuler l'apport du secteur privé et autres partenaires, et de marquer une différence dans l'écosystème.

Nous avons les connaissances, les infrastructures, l'expérience et une volonté affirmée de vivre dans une société en santé, de créer de la richesse et de se distinguer à travers le monde. Pour maintenir nos acquis et tirer profit des investissements massifs des dernières années, l'heure est venue de se doter d'un environnement optimal, favorable à l'intégration des innovations en santé, dont celles issues de la génomique.

## **Objectifs et recommandations en lien avec le document de consultation du MEI**

Pour les fins du présent mémoire, Génome Québec commentera les trois objectifs suivants :

1. Accroître les investissements en recherche et en innovation dans l'ensemble des sciences de la vie.
3. Attirer de nouveaux investissements privés.
4. Intégrer l'innovation dans le réseau de la santé et des services sociaux.

# OBJECTIF 1 - DOCUMENT DE CONSULTATION DU MEI

## Accroître les investissements en recherche et en innovation dans l'ensemble des sciences de la vie

Les cibles spécifiques à cet objectif sont relativement ambitieuses. Pour y parvenir, le Québec devra jouer d'agilité et créer un environnement favorable aux innovations de rupture, à l'entrée en scène de la médecine de précision et à l'exploitation réelle des données massives, notamment générées par la génomique, tout en tirant profit de son modèle de santé à payeur unique. Conséquemment, il sera essentiel de travailler dans un esprit de cohérence et de mobilisation des parties prenantes, d'assurer une meilleure convergence entre les ministères à vocation économique et sociale, et enfin, de faire des choix stratégiques porteurs pour le leadership du Québec.

Par ailleurs, dans un Québec moderne et ambitieux, qui voit la recherche et l'innovation comme un pilier stratégique, tous les enjeux d'accès et de partage des données en santé prennent une importance capitale, si nous souhaitons compter parmi les chefs de file.

### Qu'avons-nous appris de l'expérience de la pandémie de COVID-19?

L'ensemble de l'écosystème des sciences de la vie s'accorde pour dire qu'au-delà des nombreuses opportunités générées par la crise de santé publique, nous devons tirer des leçons de nos bons coups et travailler sur nos faiblesses. Quant aux apprentissages sur lesquels nous devons bâtir le futur, en voici quelques exemples : l'agilité, la collaboration, la cohérence ainsi que l'accès et le partage des données. Pour les fins de ce mémoire, nous nous attarderons sur la question des données.

En fait, le contexte de la pandémie de COVID-19 est le reflet exact de l'importance d'accéder à des données de qualité, permettant de soutenir des processus de prise de décision et de bonne gouvernance. À titre d'exemples, mentionnons l'initiative de réseau canadien de génomique COVID (RCanGéCO) de Génome Canada, en collaboration avec les centres de génomique régionaux, ainsi que la Biobanque de la COVID-19, initiée par Génome Québec et le Fonds de recherche du Québec – Santé. Ces deux ressources, créées en pleine pandémie, visent à structurer, partager et exploiter les données québécoises et canadiennes, en vue d'outiller les autorités de santé publique dans ses prises de décisions en matière de surveillance. Ainsi, le Québec se dote également d'une vaste infrastructure de recherche qui sera extrêmement porteuse pour les années à venir, et fort utile pour se préparer à gérer une future pandémie.

En plus de constituer une capacité de recherche permettant de répondre rapidement à une situation de crise, ainsi qu'une infrastructure s'appuyant sur des données probantes pour prendre des décisions éclairées, ces ressources nous ont permis de retracer l'introduction du virus au Québec lors de sa première vague. À plus long terme, elles feront en sorte d'assurer l'accès à tous les équipements, laboratoires, connaissances et effectifs nécessaires pour produire des séquences rapidement et prendre des décisions en temps réel. Elles contribueront aussi à soutenir le développement de vaccins et de thérapies contre le virus. Tout cela a été rendu possible grâce à un effort collaboratif des plus porteurs.

À cet égard, le Québec a fait preuve d'agilité et a su prendre le leadership qui s'imposait, alors que plusieurs yeux à travers le monde regardent évoluer ces initiatives avec beaucoup d'intérêt. Elles constituent sans contredit deux sources potentielles d'attraction d'investissements pour la recherche et l'innovation en sciences de la vie. Toutefois, cela repose sur notre capacité à rendre les données

disponibles. Des données fiables, mesurables et harmonisées, qui permettront de produire des modèles de démonstration de valeur et d'aide à la décision.

### **Agir en faveur de notre compétitivité**

Si nous souhaitons maintenir notre compétitivité tant au Canada qu'à l'international, et tirer profit des investissements consentis jusqu'à maintenant, il devient impératif d'agir et de mettre en place les mécanismes nécessaires d'accès et de partage des données. La combinaison des données biologiques et cliniques, associée aux données de santé publique, constituent un levier fondamental, notamment pour la médecine de précision. Des défis tels que l'accès aux données et leur partage, ainsi que la gestion des données privées des patients, nécessitent le développement de politiques appropriées et d'outils spécifiques. Voici quelques exemples de partenariats dont le Québec pourrait s'inspirer :

- Initiative All for One de Génome Canada pour le diagnostic des maladies rares, dont le projet de démonstration québécois est dirigé par le Dr Jacques Michaud du CHU Sainte-Justine. Il s'agit d'un projet pilote, qui permettra de partager les données à l'échelle canadienne à travers la création d'une plateforme, qui répondra aux meilleures pratiques éthiques et légales dans le domaine. Le projet vise également à démontrer l'utilité du génome entier comme norme de soins. L'objectif consiste à offrir le séquençage clinique rapide à tous les nouveau-nés et nourrissons gravement malades, qui pourraient bénéficier de cette analyse au Québec.
- Digital Health and Discovery Platform financée par le Fonds stratégique pour l'innovation du gouvernement fédéral et codirigée par Imagia et l'Institut de recherche Terry Fox. Il s'agit d'une plateforme numérique pancanadienne fédérée, qui vise à utiliser l'intelligence artificielle sur les données massives de sources diverses, dont la génomique, afin d'accélérer la recherche en médecine de précision et stimuler la commercialisation des découvertes pour le cancer et l'Alzheimer. Un cadre sera mis en œuvre pour garantir des normes dans tous les centres et pour tous les types de données, en surveillant la sécurité numérique, la traçabilité de l'utilisation et la confidentialité des données.

De plus en plus, la recherche en génomique s'effectue sur une base collaborative internationale. Cela soulève bien sûr des défis. De là l'importance de disposer d'un cadre de principe, mais néanmoins pratique, qui rassemble les régulateurs, les bailleurs de fonds, les groupes de patients, les technologues de l'information, l'industrie et les consortiums de recherche. Un tel cadre vise à faciliter une conduite responsable de la recherche.

Ce cadre existe et est développé sous la gouverne de la Global Alliance for Genomics and Health, une alliance mondiale dont la mission consiste à accélérer les progrès en matière de santé humaine, en aidant à établir un cadre commun d'approches harmonisées pour permettre un partage efficace et responsable des données génomiques et cliniques. Il vise aussi à catalyser des projets de partage de données, qui stimulent et démontrent la valeur d'un tel partage. Donc, la communauté internationale s'organise et si le Québec veut faire partie des leaders, il devra établir un équilibre entre la protection des participants, qui consentent à fournir leurs données génomiques, et la facilitation de la recherche innovante. Plusieurs pays l'ont compris et s'organisent rapidement. D'ici 2030, l'alliance prévoit que plus de 300 millions de génomes seront séquencés à travers le monde pour le diagnostic de maladies rares et le profilage moléculaire des cancers.

## Recommandation 1

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de faciliter l'accès aux données de santé, dont les données génomiques, à des fins de recherche et d'approches cliniques, en s'inspirant des meilleures pratiques de protection et d'encadrement existantes.

## Recommandation 2

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de soutenir la mise en place d'un écosystème québécois de mégadonnées génomiques cohérent, structuré et sécuritaire, de manière à faire avancer la médecine de précision et à tirer avantage de son arrimage avec l'intelligence artificielle, afin de maximiser la création de valeur sociale et industrielle.

### **Piste de réflexion**

*Nous proposons de considérer le Centre québécois de données génomiques (CQDG), une plateforme d'harmonisation et de diffusion des données génomiques générées par les activités cliniques et de recherche du Québec. Une ressource incontournable pour la recherche en médecine de précision et en intelligence artificielle. Il s'agit d'un actif déjà en place, qui pourrait contribuer significativement à nous positionner comme chef de file à l'échelle canadienne et internationale, en plus d'assurer notre alignement en développant des partenariats stratégiques, visant à favoriser l'intégration et l'utilisation des données massives en génomique.*

*Le CQDG hébergera les données génomiques de recherche issues de la cohorte populationnelle CARTaGENE et du projet de génome de référence québécois, initié par Génome Québec. De plus, il intégrera ses activités avec le Centre québécois de génomique clinique désigné par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), qui produira des données cliniques et génomiques de milliers de patients québécois. Cette infrastructure de pointe permettra aux chercheurs et cliniciens de lier les données génomiques à l'information médicale des centres hospitaliers affiliés.*

*En rendant les données accessibles à la communauté de recherche, il sera possible de développer des méthodologies, en faveur de l'analyse et de l'interprétation de l'information génomique, et d'ainsi outiller les cliniciens dans leur prise de décision. Voilà qui constitue une opportunité très intéressante de rayonnement et de collaboration nationale et internationale.*

## OBJECTIF 3 - DOCUMENT DE CONSULTATION DU MEI

### Attirer de nouveaux investissements privés

Génome Québec gère actuellement un portefeuille de 95 projets de recherche actifs, d'une valeur de 400 millions de dollars. À cela s'ajoutent deux centres de services technologiques, qui fournissent aux chercheurs académiques et à l'industrie pour près de 15 millions de dollars de services annuellement. Au cours des 10 dernières années, la contribution des partenaires autres que le ministère de l'Économie et de l'Innovation et Génome Canada n'a cessé de progresser pour atteindre 52 % 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.

#### *Stimuler le maillage public-privé*

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 académique-privé. Ces dernières ont permis d'investir au Québec plus de 87 millions de dollars en projets de recherche appliquée, menés en partenariats académique et privé, ainsi qu'en partenariats académique et public avec des ministères provinciaux et fédéraux.

#### **MRM Proteomics**

La PME, fondée en 2010 en Colombie-Britannique, a déménagé il y a environ quatre ans à Montréal. Elle élabore depuis des tests moléculaires, en collaboration avec le Centre du cancer Segal de l'Hôpital général juif.

Cette entreprise a bénéficié, à deux reprises, du Programme de partenariats pour les applications de la génomique (PPAG), cofinancé par Génome Québec et Génome Canada. Ces financements lui permettent de développer sa gamme de service et ses partenariats avec le pharma.

#### **Un test qui pourrait révolutionner les façons de faire au niveau de la pratique clinique en oncologie de précision**

Le premier financement de 3,3 millions de dollars issu du PPAG a permis de développer un test de spectrométrie de masse automatisé, robuste, sensible et précis. Ce test sert à quantifier les niveaux d'expression et de phosphorylation de protéines impliquées directement dans la croissance et le métabolisme des cellules tumorales. Les conclusions de cette recherche pourraient mener à un changement dans la pratique clinique actuelle, soit l'utilisation de tests génomiques basés sur des mesures de nouveaux biomarqueurs de protéines dans les tumeurs pour identifier les patients qui répondront aux thérapies anticancéreuses ciblant des mutations spécifiques.

La propriété intellectuelle générée et liée au développement de ces tests appartient à l'Université McGill et à l'Hôpital général juif. D'ici 10 ans, l'Université McGill pourrait générer un potentiel de 2 millions de dollars de revenus. De plus, MRM Proteomics a la possibilité de négocier une licence exclusive. Ainsi, sur la base d'un coût estimé à 1 500 dollars canadiens par test, avec un taux de pénétration atteignant 32 %, les analyses pourraient générer à l'entreprise environ 47 millions de dollars de revenus sur 10 ans.

## Une approche très prometteuse pour traiter le cancer du poumon

Un second financement de 1,5 million de dollars issus du PPAG a permis de débiter un nouveau projet à la fin de 2019, en partenariat avec l'Hôpital général juif de Montréal. Ce projet vise à mettre au point des analyses fondées sur la spectrométrie de masse, qui pourraient être utilisées en immunoncologie, à des fins de diagnostic clinique.

Les revenus anticipés provenant de la nouvelle trousse d'analyses produite par MRM Proteomics s'élèvent à 3,5 millions de dollars sur les cinq premières années suivant le projet. L'ajout de la technologie développée durant le projet, à 20 % des trousse d'analyse de PD-L1 existantes, générerait plus de 250 millions de dollars. Rappelons que le cancer du poumon compte pour 14 % de tous les cancers diagnostiqués au Canada.

En doublant ses efforts de maillage, Génome Québec pourrait contribuer de façon importante au développement de zones d'innovation en santé, à proximité des grandes institutions de recherche québécoises, notamment en stimulant la multiplication 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 financés par Génome Québec (Programme de partenariats pour les applications de la génomique (PPAG)), 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 de 300 000 à 6 millions de dollars 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 privé.

Pour accroître la compétitivité des PME québécoises et attirer de nouveaux investissements au Québec, nous avons mis en place une mesure tremplin visant à bâtir de nouveaux ponts entre les chercheurs et le secteur privé. Elle prendra la forme d'un programme proposant des subventions variant entre 50 000 et 200 000 dollars. 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. Cette approche s'inscrit dans notre volonté de soutenir des compétences clés, qui contribueront à propulser le secteur de la génomique, voire de la médecine de précision, 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.

### Recommandation 3

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de poursuivre le soutien en faveur de projets collaboratifs, visant à accélérer l'intégration de l'innovation, et démontrant un effet de levier important. Ces projets devront être menés en partenariat avec les utilisateurs des secteurs public et privé.

## **Miser sur les infrastructures de recherche de pointe pour attirer des investissements**

On oublie trop souvent de considérer la génomique comme un vecteur de développement économique, au même titre que le font d'autres chefs de file dans le monde, notamment Cambridge (Royaume-Uni), Broad Institute (Boston), VIB (Belgique) et Cancéropôle Lyon Auvergne-Rhône-Alpes (France). Ces grands pôles ont compris que les infrastructures de recherche de pointe constituent un facteur des plus attrayants pour les entreprises et la communauté de recherche. D'ailleurs, les faits parlent d'eux-mêmes puisque ces filières de référence structurées autour de l'expertise génomique sont aujourd'hui entourées d'entreprises privées en démarrage, petites et moyennes. De plus, ces infrastructures créent des emplois de très haut niveau, une activité économique importante et permettent de maintenir la compétitivité de leurs chercheurs sur la scène internationale.

Le Québec dispose des ressources pour en faire autant. Par exemple, basé au CHU Sainte-Justine, le Centre d'expertise et de services (CES) Génome Québec est le plus important fournisseur intégré de services de séquençage, de génotypage et de biopuces au Canada. Le CES compte 35 employés hautement qualifiés et génère des revenus d'environ 15 millions de dollars par année, facturés à des clientèles académique et industrielle partout dans le monde. Génome Québec opère également une importante biobanque basée au Saguenay-Lac-Saint-Jean (en partenariat avec le Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Saguenay-Lac-Saint-Jean), où sont entreposés des milliers d'échantillons biologiques destinés à la recherche, dont la quasi-totalité des échantillons panquébécois prélevés au cours de l'année 2020, dans le cadre des activités de dépistage de la COVID-19. Assurer la pérennité technologique et opérationnelle de ces infrastructures est primordial, si nous souhaitons maintenir une activité économique vivante au sein du secteur des sciences de la vie, et attirer de nouveaux investissements privés. Au cours des 20 dernières années, nous avons accumulé l'expertise nécessaire pour devenir la référence pour le développement, la validation et l'implantation de nouveaux outils technologiques et pipelines informatiques, qui seront utilisés pour le séquençage clinique et de recherche. Il faut miser sur ce savoir comme force d'attraction.

*Propulser la croissance en misant sur l'intégration des innovations québécoises et sur le potentiel des vitrines technologiques*

Pour accélérer l'intégration des technologies de rupture à l'économie du Québec, il serait judicieux de mettre en place une plateforme servant d'interface entre les producteurs de technologies et les milieux preneurs. Un espace de convergence et d'infrastructures réunis autour de personnes hautement spécialisées, qui œuvrent à la valorisation de la génomique et des données qui en découlent (IA). Avec un mentorat étendu, cet espace physique, ou virtuel, serait composé de lieux d'hébergement pour les partenaires nationaux et internationaux, d'un accès aux plateformes technologiques, aux réactifs et à l'espace de laboratoire, d'un incubateur de jeunes pousses innovantes en génomique et d'une vitrine technologique.

Ultimement, cet espace viserait à favoriser l'essor d'entreprises privées, la création d'emplois de haut niveau et de valeur issue des découvertes génomiques.

Ce type de concept pourrait très bien s'intégrer aux zones d'innovation en santé, ou s'organiser en complémentarité. Deux modèles à succès d'écosystèmes similaires, dédiés à l'accompagnement de startups en génomique, existent déjà à San Francisco aux États-Unis et à Cambridge au Royaume-Uni. Ces initiatives sont soutenues par Illumina Accelerator Startup Funding. Le CES Génome Québec est déjà l'un des deux plus importants clients partenaires canadiens d'Illumina, et le numéro un, si on parle de génomique tous secteurs confondus (santé, agroalimentaire, environnement, foresterie).

#### Recommandation 4

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de fédérer, valoriser et soutenir des plateformes technologiques à haute valeur ajoutée, générant des retombées sociales et économiques. Ces infrastructures constitueront un pôle d'attraction de nouveaux investissements, en plus de soutenir des initiatives de l'industrie, telles que des essais cliniques pharmaceutiques, et de contribuer au succès de PME québécoises.

#### **Précision**

*Par plateformes technologiques à haute valeur ajoutée, on réfère à des vitrines technologiques génomiques, avec des volets diversifiés comme le Centre d'expertise et de services Génome Québec, le Centre québécois de données génomiques, les biobanques, les plateformes de bio-informatique et de biologie synthétique, des incubateurs industriels, etc.*

## OBJECTIF 4 - DOCUMENT DE CONSULTATION DU MEI

### Intégrer l'innovation dans le réseau de la santé et des services sociaux

Avec le vieillissement de la population et la prévalence des maladies chroniques, les coûts de soins santé ne cessent de croître, atteignant 43 % du budget global de l'État en 2020-2021. Pour répondre efficacement à cette problématique et freiner l'expansion des coûts, le Québec doit accélérer dès maintenant l'intégration de l'innovation dans le système de santé. Nous devons notamment miser sur la synergie entre la médecine de précision et l'intelligence artificielle pour accroître la prévention et le diagnostic précoce des maladies. Selon un énoncé de positionnement publié en mai 2020 par le Forum Économique Mondial, les avantages de la médecine de précision en termes d'efficacité et d'amélioration des soins de santé sont de plus en plus évidents. Les innovations cliniques, scientifiques et industrielles permettront d'offrir aux patients les meilleurs soins possibles. Toutefois, le succès d'un tel virage passe par l'adéquation entre les besoins du système de santé et la recherche de pointe, sans pour autant délaisser la recherche fondamentale. Pour réussir ce virage, certains défis doivent cependant être relevés :

- Dédouaner le processus d'innovation, c'est-à-dire briser les silos qui empêchent l'intégration de l'innovation, le transfert des connaissances ainsi que l'accès et le partage des données.
- Numériser les données de santé.
- Mettre en place des outils de démonstration de valeur, permettant aux prestataires de soins de santé de bien documenter et mesurer les économies, ainsi que les gains en efficacité, liés à l'introduction de technologies de rupture, voire de pratiques médicales de précision, accordant une place significative à la promotion, à la prévention et au diagnostic précoce.
- Renforcer la confiance et l'engagement de la société relativement aux bénéfices générés par le don et le partage de données.
- Mobiliser les parties prenantes, éviter la duplication et agir avec cohérence.

Pour relever ces défis, il faudra mettre en place des actions concertées, permettant d'optimiser l'organisation des expertises. Récemment, une Table de concertation en médecine de précision a été créée et placée sous la gouverne de Génome Québec. Cette table est issue de ce qui était autrefois le Regroupement en soins de santé personnalisés au Québec (RSSPQ). Indépendante et souveraine, elle agira comme catalyseur de cohésion et d'arrimage stratégique de l'ensemble des parties prenantes de l'écosystème, avec le but ultime d'exercer de nouveaux leviers pour tirer le plein potentiel de la médecine de précision. Elle vise à jouer un rôle clé pour soutenir l'ensemble des objectifs de la SCSV.

Avec son statut neutre et sa représentativité provinciale et interdisciplinaire, cette table composée de 30 membres issus des secteurs privé et public, vise à soutenir l'écosystème dans la résolution de problématiques systémiques, qui nuisent au développement et à l'intégration de l'innovation liée à la médecine de précision.

## Recommandation 5

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de faciliter l'intégration des outils génomiques dans l'approche clinique de notre système de santé, rapatrier au Québec les tests de diagnostics moléculaires actuellement faits hors Québec, et faire du gouvernement le premier preneur de l'innovation québécoise.

### *Piste de réflexion*

*S'ajoutant au Réseau québécois de diagnostic moléculaire, de nouvelles initiatives ont récemment vu le jour, dont le Centre québécois de génomique clinique, avec la mission de centraliser l'expertise, de créer une masse critique et de réaliser des projets de démonstration. C'est également dans cette foulée qu'on assiste présentement au démarrage du projet de génome de référence représentatif de la population québécoise. De plus, le MSSS envisage de rapatrier au Québec les tests diagnostiques génomiques, jusqu'à présent effectués hors Québec, ce qui occasionne des coûts annuels d'environ 25 millions de dollars. Idéalement, les économies générées par cette décision devraient être réinvesties dans le développement de nouvelles techniques diagnostiques.*

*Toutes ces réalisations des dernières années, effectuées en étroite collaboration avec Génome Québec et le MSSS, suivent un seul fil conducteur, soit bâtir une expertise et générer des économies majeures pour le système de santé, dans une perspective d'efficience et de meilleure prise en charge des patients.*

## Recommandation 6

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec de reconnaître officiellement la légitimité et contribuer financièrement, avec les partenaires privés, à la pérennité de la **Table de concertation en médecine de précision**, un agent de cohérence neutre et représentatif des piliers de l'écosystème de la médecine de précision, et de confier à cette table le mandat de coordonner l'effort pour l'élaboration d'une stratégie nationale d'éducation publique, visant à soutenir l'intégration de la médecine de précision au Québec.

## Recommandation 7

Génome Québec recommande au gouvernement du Québec d'engager le public dans une conversation sur l'accessibilité et l'utilisation des données génomiques, et autres données sensibles, par les chercheurs ou les entreprises, et de situer le tout dans le contexte des cadres réglementaires et éthiques.

### *Piste de réflexion*

*Au cours des prochaines années, les enjeux relatifs à l'introduction de la médecine de précision ne seront plus seulement technologiques, mais aussi légaux et sociaux. La confiance et l'adhésion du public sont essentielles si le Québec veut devenir un modèle d'innovation en santé. Étonnamment, la SQSV ne fait aucunement référence à ce défi d'une importance capitale. Comment allons-nous outiller la population, les professionnels de la santé, décideurs, patients et autres parties prenantes pour les aider à s'y retrouver et à prendre des décisions éclairées ? Ne pas s'attarder à cette question dès maintenant serait une erreur capitale.*

## Conclusion

Depuis le début de la pandémie de COVID-19, les sciences de la vie sont au cœur de l'actualité internationale. Tous les yeux du monde sont tournés vers la recherche. Le Québec ne fait pas exception, alors que plusieurs initiatives rapides et ciblées ont été déployées pour soutenir et accélérer la recherche (dépistage, vaccins, traitements, outils d'aide à la décision, etc.). Cette expérience démontre qu'en matière de gestion de santé, le Québec peut faire preuve d'agilité et répondre de façon innovante à des défis de taille. Dans cette perspective, Génome Québec souhaite saluer l'immense effort de mobilisation de la chaîne d'innovation, dont la collaboration sans précédent a eu un impact majeur sur notre capacité à proposer des solutions innovantes immédiates et visionnaires.

Pour atteindre les objectifs de la SQSV, soit l'accroissement des investissements en recherche et en innovation dans les sciences de la vie, la création d'entreprises innovantes, l'attraction de nouveaux investissements privés et l'intégration des innovations dans le système de santé, l'écosystème doit poursuivre sur sa lancée et travailler de façon cohérente et collaborative. Le modèle instauré dans le contexte de la pandémie a fait ses preuves, et il serait judicieux de préserver une recette gagnante pour le futur.

Nous l'avons décrit dans le présent document, le Québec dispose de plusieurs atouts, mais pour réussir et se distinguer au Canada, ainsi qu'à l'international, il doit encore relever plusieurs défis. Les créneaux d'excellence identifiés dans la SQSV sont les bons, mais pour devenir l'un des cinq pôles les plus importants en Amérique du Nord d'ici 2027, il faudra s'outiller adéquatement pour tirer profit de nos actifs. Pour l'instant, la situation n'est pas optimale. Nous aurions tout intérêt à nous inspirer des grands joueurs de ce monde en matière d'innovation en santé.

Pour les fins de ce mémoire, nous avons voulu mettre en lumière la valeur stratégique et économique de la génomique, particulièrement lorsqu'on la couple avec l'intelligence artificielle. Ces deux technologies de rupture, au cœur des créneaux d'excellence, ont un potentiel immense d'agir comme pouvoir d'attraction à plusieurs égards, et nous en avons cité quelques exemples dans ce document.

Par ailleurs, pour atteindre la vitesse de croisière espérée, il faudra d'abord faciliter l'accès et le partage des données de santé, notamment en génomique, à des fins de recherche et d'approches cliniques. Il s'avère également impératif que le gouvernement du Québec soit LE premier preneur de l'innovation québécoise. Ce qui implique entre autres de faciliter l'intégration des outils génomiques dans notre système de santé et d'éviter de faire faire à l'étranger des tests pour lesquels nous avons l'expertise au Québec. Tous les acteurs de l'écosystème font consensus quant à l'urgence de régler la question de l'accès aux données et d'acheter et d'intégrer nos propres innovations.

Nous tenons également à réitérer l'importance de tirer profit de nos infrastructures technologiques. D'envergure internationale, elles constituent des noyaux clés d'attraction d'investissements et de talents. Elles doivent bénéficier d'une place stratégique de choix dans la vision dont se dotera le Québec pour la prochaine décennie. De nombreuses solutions innovantes émergeront de ces pôles à la fine pointe technologique, il nous appartient d'en tirer tous les bénéfices au profit de la santé de notre population, de l'efficacité de notre système de santé et de la dynamisation de notre économie.

L'amélioration de la performance de l'économie québécoise passe notamment par un rapprochement entre l'industrie et l'académique (maillage public-privé). Dans cette perspective, nous croyons essentiel de soutenir des compétences fines, qui contribueront à propulser le secteur de la génomique, voire de la médecine de précision, de renforcer le dialogue avec l'industrie et de proposer des solutions collaboratives, en lien avec les enjeux prioritaires du Québec. Ainsi, une des façons d'accélérer l'intégration de l'innovation consiste sans aucun doute à soutenir des projets en partenariat public-privé, avec effet de levier significatif. Génome Québec le fait déjà, avec des retombées très concluantes.

Quant au succès du virage vers la médecine de précision, il soulève divers défis qui nécessiteront la mise en place d'actions concertées, permettant d'optimiser l'organisation des expertises. Avec son statut neutre et sa représentativité provinciale et interdisciplinaire, la Table de concertation en médecine de précision, sous la gouverne de Génome Québec, est certainement dans la meilleure position pour coordonner les efforts des parties prenantes concernées, en vue de surmonter les barrières qui nuisent au développement de la médecine de précision. De l'avis de plusieurs joueurs clés du secteur, il est important que le gouvernement reconnaisse la légitimité de cette table, qui a clairement une place stratégique dans l'écosystème.

Enfin, il nous apparaît fondamental de rappeler que la SQSV ne semble pas tenir compte des enjeux relatifs à la confiance et à l'acceptation des publics. Il s'agit selon nous d'une lacune importante, qui doit faire l'objet d'une réflexion de fond, effectuée par des experts dont le profil répond réellement aux réalités du terrain et dont l'expérience permettra d'apporter un éclairage global et des solutions créatives (communication, sociologie, marketing social, éthique, groupes de patients, juridique, etc.). Sans la confiance des publics, les risques de succès seront compromis et potentiellement irrécupérables. Tous les pays qui opèrent présentement des virages en ce sens en ont fait une des trois plus importantes priorités, et y ont investi les sommes appropriées.

Depuis 20 ans, Génome Québec est un fier partenaire de l'écosystème des sciences de la vie. Plus récemment, les applications de la génomique ne cessent de se multiplier, alors que son potentiel social et économique est désormais acquis, si on réfère à des grands influenceurs comme le Forum Économique Mondial, le Wellcome, le National Health Service et le National Institutes of Health. Génome Québec tient à réitérer sa volonté de collaborer avec le gouvernement du Québec, et l'ensemble de l'écosystème de la santé, pour faire du Québec un modèle reconnu à travers le monde.