



GROUPE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE
EN ANALYSE DES DÉCISIONS

Stratégie Québécoise de la recherche et de l'innovation 2022

Mémoire présenté par le GERAD
Groupe d'Études et de Recherche en
Analyse des Décisions

15 mai 2021

GERAD HEC Montréal
3000, ch. de la Côte-Sainte-Catherine
Montréal (Québec) Canada H3T 2A7

Tél. : 514 340-6053
Télééc. : 514 340-5665
info@gerad.ca
www.gerad.ca

Stratégie Québécoise de la recherche et de l'innovation 2022

Mémoire présenté par le GERAD

Groupe d'Études et de Recherche en Analyse des Décisions

(15 mai 2021)

Auteur : Hugues Delmaire, Directeur Valorisation et Transferts, GERAD

Avec le soutien de :

- Olivier Bahn, Professeur titulaire au Département de Sciences de la Décision, HEC Montréal, Directeur du GERAD depuis 2019
- Guy Desaulniers, Professeur titulaire au Département de Mathématiques et Génie Industriel, Polytechnique Montréal, Directeur du GERAD de 2015 à 2019
- Roland Malhamé, Professeur titulaire au Département de génie électrique, Polytechnique Montréal, Directeur du GERAD de 2005-2011
- Georges Zaccour, Professeur titulaire au Département de Sciences de la Décision, HEC Montréal, Directeur du GERAD de 2001-2005
- François Soumis, Professeur titulaire au Département de Mathématiques et Génie Industriel, Polytechnique Montréal, Directeur du GERAD de 1992-1996

Table des Matières

Résumé exécutif.....	3
Présentation du regroupement.....	4
1. Quels sont les enjeux et défis auxquels nos institutions sont confrontées et par extension (potentiellement) le Québec ?.....	6
1.1. Enjeux et défis opérationnels	6
1.1.1. Complexité administrative ;.....	6
1.1.2. Multiplication d'acteurs intermédiaires ;.....	6
1.1.3. Fragilité et statut parfois aléatoire du financement ;.....	7
1.1.4. Précarité des emplois et rétention ;.....	7
1.1.5. Reconnaissance et impact de la recherche ;.....	7
1.2. Enjeux et défis stratégiques.....	8
1.2.1. Impact des compétitions économique et géopolitique sur le domaine de la recherche (sommes-nous trop naïfs ?) ;.....	8
1.2.2. Intégration entre recherche fondamentale et industrielle ;.....	9
1.2.3. Efficacité de notre chaîne d'innovation	9
1.2.4. Attraction et rétention de talents (étudiants et chercheurs) ;.....	10
1.2.5. Focus, masse critique et leçon pandémique ;.....	10
2. Quelles sont les pistes de solutions et les avenues porteuses pour les enjeux et défis identifiés ?	11
3. Quelle est la contribution potentielle de vos institutions à la résolution de ces défis et quelle est celle attendue du gouvernement du Québec ?.....	12
4. Énumérer les synergies et les partenariats durables qui sont en place ou ceux qui pourraient être développés avec d'autres acteurs de l'écosystème de la recherche et de l'innovation.....	13

Résumé exécutif

Le GERAD est un regroupement stratégique de 65 chercheurs provenant de 23 départements universitaires au Québec et de 33 chercheurs associés provenant d'institutions québécoises, d'institutions hors Québec, ou de l'industrie. Il fédère plus de 485 étudiants de maîtrise, doctorat ou post doctorat.

Le GERAD est au cœur de l'intelligence numérique, la programmation scientifique du GERAD s'articule autour de quatre axes de recherche : i) la valorisation des données pour la prise de décision ; ii) l'aide à la décision prise dans les systèmes complexes ; iii) l'aide à la décision prise sous incertitude ; et iv) l'aide à la décision prise en temps réel.

La recherche et l'innovation se situent au cœur de notre mandat, ainsi nos recommandations pour la stratégie québécoise 2022 seraient les suivantes :

- Définir un plan stratégique clair prenant en compte nos défis économiques et géopolitiques liés à la recherche et l'innovation et examinant la question : la recherche entièrement ouverte est-elle toujours une solution raisonnable face aux compétitions économiques et politiques qui nous font face ? Quels axes de recherche doivent être favorisés? Quelles industries devraient être stimulées et quels débouchés visés de manière prioritaire ?
- Réviser la structure, le financement et l'autonomie de secteurs et centres de recherche identifiés comme étant stratégiques. Potentiellement créer de super centres thématiques comme champions internationaux et leur donner les moyens de cette ambition.
- Réfléchir sur les modes d'intégration de l'innovation, de la recherche et de l'entrepreneuriat au sein de nos institutions. Mettre en place une structure d'accompagnement depuis l'identification de projets prometteurs jusqu'à leur accession au marché. Revoir les modes d'évaluation de carrières académiques.
- Simplifier et revaloriser l'attraction et la rétention de talents ce qui suggère la définition d'une politique migratoire et salariale alignée sur des objectifs de développement de l'innovation et de la recherche.
- Promouvoir les sciences et la recherche, nos accomplissements ... dès le plus jeune âge et auprès de la population et de nos entreprises. Nous devons informer, attirer et conserver un plus grand nombre de jeunes talents locaux.
- Promouvoir et supporter une démarche collective de la recherche et de l'innovation. C'est en travaillant ensemble sur des axes de recherche complémentaires que des projets transversaux porteurs de plus-value sociétal peuvent être identifiés.

Présentation du regroupement

Fondé en 1979, le GERAD est un regroupement stratégique de 65 chercheurs provenant de 23 départements universitaires au Québec, 33 chercheurs associés provenant de diverses institutions ou de l'industrie (9 d'institutions québécoises, 18 d'institutions hors Québec, et 6 chercheurs industriels), 11 professionnels de recherche, et plus de 485 étudiants de maîtrise, doctorat ou postdoctorat. Le GERAD est au cœur de l'intelligence numérique, qui prend une grande ampleur au Québec et plus largement au Canada sous l'impulsion en particulier de l'Institut panquébécois de VALorisation des DONnées (IVADO). IVADO a d'ailleurs vu le jour dans les locaux du GERAD et la participation des chercheurs du regroupement a été cruciale à l'obtention de la subvention APOGÉE le supportant.

Le GERAD se veut un pôle de référence national et international en matière de mathématiques de la décision et de ses applications dans les systèmes complexes (qu'ils soient technologiques, commerciaux, et économiques), en fédérant des chercheurs universitaires et industriels pour la réalisation de projets de recherche et développement (R&D) d'envergure, et également un haut lieu de formation de personnel hautement qualifié en mathématiques de la décision. Le GERAD se donne également pour mission de produire un impact significatif dans la société par l'innovation scientifique, le transfert de savoir-faire dans les secteurs importants de l'économie (p. ex., au travers de contrats de R&D avec les entreprises, d'écoles d'été, d'ateliers thématiques, mais aussi de publications et communications grand public), et le développement d'outils d'aide à la décision.

La programmation scientifique du GERAD s'articule autour de quatre axes de recherche : i) la valorisation des données pour la prise de décision ; ii) l'aide à la décision prise dans les systèmes complexes ; iii) l'aide à la décision prise sous incertitude ; et iv) l'aide à la décision prise en temps réel.

Outre des développements théoriques et méthodologiques dans nos quatre axes, une des spécificités du GERAD est le déploiement de telles méthodes dans de grands champs d'applications qui sont au nombre de sept : i) économie et finance; ii) énergie, environnement et ressources naturelles; iii) infrastructures intelligentes (télécommunications, transport public, villes intelligentes); iv) ingénierie (conception en ingénierie, conception numérique); v) logistique intelligente (conception d'horaires, chaînes d'approvisionnement, logistique, systèmes manufacturiers); vi) marketing (intelligence d'affaires, gestion des revenus, systèmes de recommandation); et vii) santé.

Au Québec, le GERAD est LE lieu de référence qui réunit tous les chercheurs performants qui travaillent sur les mathématiques de la décision. Au Canada, le GERAD est le seul centre de recherche spécialisé dans le domaine des mathématiques de la décision. L'excellence du GERAD dans ce domaine fait qu'il se retrouve dans le peloton de tête des grands centres internationaux du domaine (p. ex. : Operations Research Center, MIT ; Center for Operations Research, Rutgers ; CORE, Université catholique de Louvain ; Konrad Zuse Centrum, Berlin ; etc.). L'excellence du GERAD se manifeste par de nombreux indicateurs, parmi lesquels : 13 chaires (7 chaires du Canada et 6 chaires universitaires); la présence de 17 membres dans un classement des citations de recherche réalisé par Mendeley (Elsevier) en 2020, soulignant leur appartenance au groupe des 2 % les plus influents dans leur domaine respectif; de même que l'appartenance de nos chercheurs à des comités de rédaction de revues canadiennes et internationales (plus de 50); enfin, le grand nombre d'étudiants attirés par la qualité des chercheurs du centre.

Il est important de visualiser les champs d'application de la science des décisions qui sont extrêmement variés : dans le domaine de l'environnement, nous étudions les différentes stratégies pouvant être mises en œuvre pour répondre aux changements climatiques, où nous estimons les probabilités d'occurrence d'événements climatiques extrêmes ; dans le domaine de l'énergie et des ressources naturelles, nous étudions la maintenance de groupes turboalternateurs du réseau hydroélectrique, ou nous optimisons les opérations de complexes miniers; au niveau de la gestion, nous établissons des horaires de personnels (équipages aériens, personnel hospitalier...); dans le domaine des transports, nous établissons des horaires et tournées de véhicules (autobus, avions, camions...); dans le domaine de la santé, nous établissons la répartition optimale d'unités mobiles de collecte de sang, nous étudions le traitement du cancer par nanoparticules, ou optimisons la conception de valves artificielles pour le cœur de nouveaux...

En résumé, au GERAD nous traitons des problèmes où la prise de décision est cruciale à l'opération, au succès, ou encore au rendement de systèmes complexes. Nous y appliquons des modèles et approches mathématiques afin de les améliorer ou de les optimiser. Nous cherchons de nouvelles approches permettant de simplifier ces systèmes ou encore permettant d'en traiter des extensions encore plus complexes. À travers ce processus et les projets de recherche qui y sont attachés, nous formons une relève pour le Québec dans ces domaines et créons un cycle vertueux supportant le développement et la compétitivité des entreprises d'ici.

Dans ce cadre, le support financier du gouvernement du Québec offert à travers le FRQNT est et a toujours été crucial au développement de l'ensemble des solutions développées au GERAD et aujourd'hui utilisées dans des secteurs très variés de notre économie. Ces solutions permettent aux entreprises et aux institutions d'ici d'être compétitives, de diminuer leurs coûts, d'augmenter leur productivité ... pour faire face à la concurrence et représenter le Québec avec succès sur la scène internationale. De plus, plusieurs projets de recherche supportés par les chercheurs du GERAD ont aidé au développement d'entreprises aujourd'hui leaders dans leur domaine, par exemple : AdOpt, Ex Pretio, GIRO ...

Étant donné le délai relativement court pour cet appel à mémoire, nous avons choisi de nous conformer au canevas proposé et d'en suivre les points principaux que nous déclinons autour de préoccupations qui nous sont propres, mais qui ont un impact potentiel sur l'ensemble du secteur de la recherche au Québec.

1. Quels sont les enjeux et défis auxquels nos institutions sont confrontées et par extension (potentiellement) le Québec ?

1.1. Enjeux et défis opérationnels

1.1.1. Complexité administrative

Les regroupements doivent rendre compte à un groupe exhaustif d'intervenants / participants. Dans notre cas il s'agit du FRQNT, de chacune des entités qui nous supportent financièrement (HEC Montréal, Polytechnique Montréal, UQAM et McGill), de notre assemblée de membres, de notre conseil de surveillance ...

Ces demandes d'information / justifications augmentent considérablement lors du processus de renouvellement de financement si bien qu'une portion importante de nos ressources se retrouvent consacrées à ces processus.

Il est évidemment normal de justifier et illustrer les résultats liés aux investissements accordés. Cependant près de l'ensemble des informations demandées est déjà disponible dans les bases de données des institutions académiques ou encore à travers le CV commun canadien des membres chercheurs.

Une approche plus dynamique consisterait à faire le traitement de l'information requise en amont (au MEI ou FRQNT) et de la diffuser aux institutions et centres de recherche pour vérification. Cette approche aurait également un avantage indirect de stimulation de mise à jour des CV commun par les chercheurs.

1.1.2. Multiplication d'acteurs intermédiaires

La complexité administrative notée précédemment n'est clairement pas aidée par la multiplication d'acteurs intermédiaires particulièrement à tous les niveaux des processus de financement.

À la source, se situent le MEI et le FRQNT, les universités, les 9 RSRI, le CRSNG, MiTACS ainsi que des organismes liés à des programmes ponctuels tels que IVADO, SCALE AI ... Chaque entité ayant ses propres processus administratifs et organes décisionnels. Cela multiplie directement le poids administratif ainsi que les risques liés à la gouvernance. Bien souvent cela contraint aussi les choix de sources de financement favorisant les plus simples et plus rapides au détriment potentiel de celles offrant un impact plus positif à moyen / long terme.

En réalité, sous une forme ou une autre il n'y a que deux sources de financement hors industrie pour nos centres et projets de recherche : le fédéral et le provincial. Ceci amène donc directement la question de savoir s'il est raisonnable de multiplier ainsi les structures et coûts administratifs liés au financement de la recherche.

1.1.3. Fragilité et statut parfois aléatoire du financement

La multiplication de ces couches administratives et décisionnelles crée un environnement de survie fragile pour les centres de recherche. Cela restreint fortement leur horizon de développement et force une prise de décision axée principalement sur le court terme.

La mise en place d'initiatives structurantes est relativement complexe. Ainsi dans plusieurs regroupements, il serait intéressant de mettre en place des équipes de professionnels de recherche afin de supporter les membres chercheurs particulièrement en lien avec le développement de projets de recherche industriels. L'objectif étant d'accroître le nombre de projets auxquels les chercheurs peuvent participer, de supporter l'encadrement des étudiants et d'offrir une expérience plus professionnelle aux entreprises même si les projets restent fermement ancrés du côté de la recherche universitaire.

Ce genre d'initiative est difficile à réaliser dans le cadre financier actuel, et ce, même si ce genre d'équipe a une capacité au moins partielle d'autofinancement.

1.1.4. Précarité des emplois et rétention

Il est clair que les centres de recherche n'offrent pas une grande sécurité d'emploi et que cela a un impact sur la rétention de professionnels extrêmement compétents. Ainsi dans l'exemple précédent, l'équipe entière de professionnels de recherche devrait probablement fonctionner sur une base de contrats annuels qui dans la plupart des environnements académiques ne peuvent être renouvelés que si l'intégralité du budget nécessaire est disponible à l'avance.

Même si de manière moins dramatique, c'est une réalité qui affecte également l'ensemble des employés de soutien administratif de centres de recherche. Il y a dans tous les cas un lien direct et définitif entre la disparition de subventions et la disparition des emplois et de l'expertise associée.

De plus, le devoir de se conformer aux échelles salariales des entités d'attache académique crée une difficulté supplémentaire. Chaque entité ayant ses propres échelles salariales, cela crée une compétition qui ne tourne pas toujours à l'avantage des regroupements, particulièrement dans les domaines en forte demande comme la science des données.

1.1.5. Reconnaissance et impact de la recherche

Dans les 40 dernières années, le GERAD et ses chercheurs ont participé à des projets de recherche ayant eu des impacts très importants aussi bien au niveau académique que sociétal. De nombreuses entreprises bénéficient et ont bénéficié du support de nos chercheurs. Certaines sont nées dans nos bureaux avant de s'émanciper, d'autres basent leur développement de R&D (et donc une partie de leur compétitivité) sur leur relation avec nous; pour d'autres encore c'est une partie de leur recrutement qui est basé sur la disponibilité de nos diplômés ...

C'est une réalité partagée par de nombreux regroupements qui bien qu'accomplissant un service sociétal important restent peu et mal connus aussi bien du public que de nombreuses entreprises ainsi que de nombreuses instances gouvernementales. Une partie du blâme est attribuable aux chercheurs eux-mêmes qui ne sont pas toujours leurs propres meilleurs publicitaires. Une autre partie est à attribuer à l'industrie qui ne souhaite pas toujours que ses progrès compétitifs soient connus ou mis de l'avant. Enfin, notre financier principal -le gouvernement- devrait également bien mieux nous mettre en vitrine.

Il s'agit ici d'une préoccupation d'attraction et de motivation. La réussite attire et nous nous devons d'être attractifs, en particulier pour les jeunes : il est important de faire ressortir l'impact et la réussite dans nos regroupements pour les motiver à participer et à s'intéresser à nos domaines de recherche. Pour les entreprises également, le potentiel présent à leur porte doit être exposé et mis de l'avant. Elles doivent en être informées afin de pouvoir en faire bon usage et profiter des investissements faits dans nos centres de recherche.

Au travers de ces quelques points, il devrait être clair que presque l'ensemble des défis opérationnels se concentrent autour de 2 axes : des défis liés à la flexibilité organisationnelle et des défis encore plus nombreux liés aux moyens financiers disponibles et à leur mise en œuvre. Expertise et capacités sont là, mais il faut potentiellement revoir les moyens par lesquels elles peuvent s'exprimer.

1.2. Enjeux et défis stratégiques

1.2.1. Impact des compétitions économique et géopolitique sur le domaine de la recherche (sommes-nous trop naïfs ?)

On pourrait dédier un traité entier rien qu'à cet aspect, cependant contentons-nous de soulever quelques questions plus ou moins simples :

Comment entrer en compétition avec des acteurs économiques ayant des moyens sans commune mesure avec les nôtres ? À titre d'exemple, nous avons choisi de développer notre capacité et essayons d'avoir un impact relatif important dans les domaines de l'intelligence artificielle et de la science des données. Il faut cependant que nous soyons conscients que certains joueurs (GOOGLE, Microsoft ...) ont des budgets de R&D aussi importants, voire plus importants que le budget fédéral total pour l'ensemble des domaines de recherche au Canada. Dans ce contexte, est-il raisonnable de laisser ces mêmes joueurs restructurer leurs bureaux de recherche locaux pour leur permettre d'avoir accès aux niveaux de subventions les plus élevés offerts par nos divers paliers de gouvernements ?

Nous sommes entrés dans un âge où la compétition pour les ressources va devenir de plus en plus cruciale. Le Québec et le Canada ont la chance de ne pas en être pauvres. Il faut cependant s'assurer que des décisions adéquates soient prises pour diriger la recherche vers les bons axes de développement afin de supporter la mise en valeur, le développement et l'exploitation de ces ressources. Par exemple, peut-on

à la fois favoriser le développement de monnaies électroniques (du type Bitcoin), la mise en place de centres de données très énergivores, le développement d'une économie basée sur l'hydrogène vert ou encore la vente et/ou l'exportation de surplus énergétiques à des fins financières ?

Un autre aspect se situe au niveau de la compétition géopolitique qui peut parfois avoir un lien direct avec la recherche. Que faire lorsque des projets de recherche richement financés par des acteurs internationaux ont des applications à la fois dans des domaines civils et militaires et que ces acteurs se situent dans une sphère politique en compétition directe avec nous ou nos alliés ? Par exemple, certains acteurs n'ayant plus accès aux centres de recherche américains se tournent vers nous. Comment la communauté de la recherche doit-elle réagir ?

Enfin, un des prochains chocs à prévoir vient des changements environnementaux en cours. Ceux-ci posent des questions vitales sur l'impact humain, économique et politique important de ces changements et demande de prévoir et d'adapter certains axes de recherche pour étudier ces impacts et se préparer à y faire face. Quelques exemples simples : quels seront ces impacts en cas de longue période de sécheresse au sud de la frontière canadienne ? L'eau deviendra-t-elle une ressource vitale monnayée et transmise par pipe-line vers diverses régions ? Quelle est notre attitude vis-à-vis des démarches volontaires de notre voisin du sud en vue de généraliser le transport électrique individuel ? Comment préparons-nous de manière systématique et coordonnée notre insertion dans une économie verte ?

1.2.2. Intégration entre recherche fondamentale et industrielle

La recherche fondamentale est le pilier sur lequel la prospérité de demain se construit. La négliger revient à compromettre notre richesse future en termes de développement, compétitivité et recherche industrielle. Alors, comment et à quel niveau cette recherche doit-elle être financée ? Quels sont les axes à privilégier et pourquoi ?

On ne peut être présent au même niveau partout, mais comment devons-nous choisir certains axes de développement de manière ordonnée et les financer suffisamment pour créer et supporter de vrais pôles de compétitivité de niveau mondial en lien avec nos acquis et nos ressources ?

Enfin, le maillage entre recherche fondamentale et appliquée (ou industrielle) doit être constamment renforcé et le développement de projets transversaux structurants devrait faire l'objet d'efforts particuliers.

1.2.3. Efficacité de notre chaîne d'innovation

Plusieurs efforts pour stimuler l'innovation et l'entrepreneuriat auprès de nos étudiants de grade supérieur ou de niveau baccalauréat sont faits par les institutions universitaires. Cependant ces efforts sont encore dispersés et ne sont pas réellement intégrés comme partie prenante d'une culture de

l'innovation. Le meilleur exemple étant le peu de lien entre ces initiatives et nos centres de recherche qui devraient pourtant en être un terreau naturel.

De plus, les enseignants de l'innovation dans nos institutions universitaires sont souvent plus axés sur la théorie que la pratique et la communauté de l'innovation reste petite et avec un profil relativement homogène en termes d'expérience et de provenance. Le financement disponible à tous les niveaux de développement entrepreneurial restant modeste, des efforts de diversification des expériences et des profils paraissent essentiels.

Des événements récents ont illustré ces faiblesses et permis à des agents externes de mettre la main sur une somme d'investissements en recherche alimentée à même nos impôts. Ce qui est un rappel brutal que l'apparence des projets ne doit pas faire oublier qu'il vient toujours un moment où ils doivent pouvoir générer suffisamment de revenus récurrents pour être viable.

1.2.4. Attraction et rétention de talents (étudiants et chercheurs)

Nous avons une réputation enviable et attirons beaucoup de jeunes et de chercheurs établis. Cependant et bien souvent nous ne sommes pas encore leur premier choix. Il reste et restera toujours un travail important à effectuer afin d'être reconnu pas seulement comme une destination moins chère ou un pis-aller faute d'accès au marché américain ou à certains pays européens, et ce afin de devenir une destination de choix à part entière. De plus, il ne faut pas négliger que le fait d'attirer en majorité des étudiants de grade supérieur venant de régions très circonscrites dans le monde, comme c'est le cas dans certains domaines de recherche, crée un risque d'approvisionnement en cas de soubresauts économiques ou politiques.

Dans cette optique, il est très souhaitable d'accroître notre approvisionnement au niveau local. De fait, trop peu de nos jeunes choisissent ou même considèrent pousser leurs études au-delà du premier cycle universitaire. Il y a à cet égard un certain manque de connaissance et de valorisation auprès de la population, mais il y a aussi un manque évident d'attractivité du point de vue financier et de développement de carrière. Pourquoi passer des années d'études supplémentaires dans des conditions précaires si en fin de compte dans la majorité des cas le marché de l'emploi n'accorde pas de valeur tangible et claire à cet investissement ?

1.2.5. Focus, masse critique et leçon pandémique

Il faut trouver et sélectionner les domaines dans lesquels exercer un focus important afin d'avoir une masse critique suffisante et ainsi créer de la valeur dont une composante non négligeable soit exportable.

Cependant une des leçons de la pandémie actuelle est sans doute qu'en temps de crise la rupture des chaînes d'approvisionnement est potentiellement catastrophique. Il faut donc parfois identifier et décider de manière stratégique maintenir et développer des activités spécifiques afin de pallier ce type de risque.

Deux exemples de l'actualité viennent en tête : les capacités de production de vaccins et d'exploitation de terres rares.

2. Quelles sont les pistes de solutions et les avenues porteuses pour les enjeux et défis identifiés ?

Nous proposons ici quelques idées de discussion et des amorces de solutions pour les différents enjeux mentionnés :

- Rationalisation du financement de la recherche passant par l'élimination des couches intermédiaires et administratives, la réaffectation des budgets vers les centres eux-mêmes et travailler à la diminution voire l'élimination des risques de conflits d'intérêts ;
- Identification des axes stratégiques de développement de la recherche qui peuvent évidemment évoluer, mais qui entrent dans une vision à long terme ;
- Renforcement des centres de recherche particulièrement ceux identifiés comme stratégiques. Ce renforcement passe par un financement fortement bonifié, une augmentation des responsabilités et de la flexibilité accordée à ces centres ... Il s'agit donc de mettre l'argent et les responsabilités là où la recherche se fait et au contact de la jonction du « marché » entre recherche fondamentale et applications industrielles ;
- Le point précédent revient à créer de super centres thématiques comme champions internationaux et de les armer et équiper pour la compétition à ce niveau ;
- Il est important de réaliser que les chercheurs académiques ne sont pas des consultants, et par conséquent les structures précédentes doivent être supportées par des équipes spécialisées capables de faire la jonction entre les deux mondes :
 - Création d'équipes de soutien dédiées aux chercheurs pour améliorer la portée et l'impact de chaque chercheur ;
 - Attraction, rétention et professionnalisation des équipes pour assurer la compétitivité à moyen et plus long terme de ces équipes ;
 - Permettre ainsi d'accroître les efforts de développement de la recherche vers des initiatives intersectorielles et des projets transversaux.
- Un sous-problème potentiellement important à considérer est lié à la manière dont les carrières académiques sont évaluées. Tant que seules les contributions théoriques dans certains types de journaux sont réellement prises en compte par les comités de promotion, il restera difficile de motiver de jeunes chercheurs à participer à des projets plus applicatifs tournés vers le monde industriel. Il faudrait donc potentiellement revoir ces critères ;

- Éducation et sensibilisation du public et des entreprises sur l'importance et l'impact de la recherche et des études supérieures : comment revaloriser l'image, mais aussi la réalité de la recherche ?
- Il y a des efforts de valorisation de la recherche, la nouvelle agence (Axelys) doit adresser ce sujet : mais quelle valorisation, comment et pourquoi ? Contrairement à ce qui se passe au sud de la frontière, notre modèle de développement n'est pas basé sur la production et la mise en valeur de brevets. Est-ce que notre modèle devrait être adapté ?
- Enfin, il faudrait mettre en place et favoriser une approche collective de la recherche afin de stimuler la création et le développement de grands projets transversaux créateurs de valeur pour la société.

3. Quelle est la contribution potentielle de vos institutions à la résolution de ces défis et quelle est celle attendue du gouvernement du Québec ?

La contribution de nos institutions en est une de potentielle. Les regroupements de recherche financés par le FRQNT tels que le GERAD représentent déjà un haut niveau d'excellence. Ils sont devenus au cours du temps des aimants pour attirer de grands talents et focaliser des partenariats industriels et académiques importants. Ils regroupent une grande capacité d'éducation et de vulgarisation, mais aussi la capacité de développer des projets interdisciplinaires d'envergure. Ils constituent donc un excellent tremplin pour l'avenir auquel il ne manque qu'une structure plus solide et mieux financée pour se donner les moyens de nos ambitions.

La contribution attendue du Québec se situe à plusieurs niveaux :

- Définition d'un plan stratégique clair prenant en compte nos défis géopolitiques : la recherche entièrement ouverte est-elle toujours raisonnable face aux compétitions économiques et politiques ?

Quels axes de recherche doivent être favorisés? Quelles industries devraient être stimulées et quels débouchés devraient être visés de manière prioritaire ?

- Révision du financement, de la structure et de l'autonomie de secteurs et de centres de recherche identifiés comme étant stratégiques ;
- Une réflexion devrait être engagée sur les modes d'intégration potentiels entre l'innovation, la recherche et l'entrepreneuriat au sein de nos institutions, mais également sur les étapes suivantes : comment encourager et soutenir de jeunes pousses locales depuis les labos jusqu'au marché tout en s'assurant que nos investissements ne se retrouvent pas exploités et valorisés ailleurs (comme c'est par exemple souvent le cas pour ce qui concerne l'intelligence artificielle) ?

- Une revue exhaustive devrait être engagée afin de simplifier et revaloriser l'attraction et la rétention de talents ce qui implique de définir une politique migratoire et salariale alignée sur des objectifs de développement de l'innovation et de la recherche ;
- Promotion des sciences et de la recherche dès le plus jeune âge et auprès de la population et des entreprises ;

Promotion d'une démarche collective de la recherche. C'est en travaillant ensemble sur des axes de recherche complémentaires que les projets transversaux peuvent être identifiés et ce sont eux qui apporteront une plus-value importante pour la société dans le futur.

4. Énumérer les synergies et les partenariats durables qui sont en place ou ceux qui pourraient être développés avec d'autres acteurs de l'écosystème de la recherche et de l'innovation.

La structure même de notre regroupement est basée sur la mise en place et l'exploitation de synergies de recherche entre les membres. Il y a un grand nombre de partenariats qui ont été générés grâce à cette approche. Si l'on devait distinguer deux résultats particulièrement importants dans les dernières années, on pourrait citer :

- La mise en commun des expertises du GERAD avec celles des chercheurs du CIRRELT et du MILA afin de motiver le financement Apogée en faveur de l'Institut de Valorisation des Données (IVADO) ;
- La collaboration de nombreux chercheurs pour la définition, la création et le recrutement associé à la Chaire d'Excellence en Recherche du Canada sur la Science des Données pour la prise de Décision en Temps Réel.

Ces initiatives ont permis de créer un environnement solide de collaboration et de partenariat entre les domaines industriels et académiques.