



IVADO

Pour des transferts réussis en intelligence numérique et une création de valeur économique et sociétale

Mémoire soumis par IVADO
dans le cadre de l'appel de mémoires pour
la Stratégie québécoise de la recherche
et de l'innovation 2022



**CANADA
FIRST**
RESEARCH
EXCELLENCE
FUND

**APOGÉE
CANADA**
FONDS
D'EXCELLENCE
EN RECHERCHE

Québec 

Table des matières

Sommaire exécutif et recommandations	2
La situation du numérique au Québec	5
Un retard à combler et de nombreux freins à relever	5
Le numérique, un moteur pour l'innovation.....	6
Qu'est-ce que l'IN: l'importance de comprendre ses spécificités	7
Accélérer le transfert technologique en IN	9
L'écosystème de l'IN au Québec	11
Un nombre considérable d'acteurs	11
Les acteurs de l'accélération de la transformation numérique.....	12
Les universités et les collègues.....	12
Les organisations de réseaux industriels.....	13
Les organismes de financement de la recherche collaborative.....	13
Le modèle IVADO.....	15
Autres modèles internationaux semblables à IVADO	18
The Data Lab.....	18
AI Singapore	19
Nos recommandations.....	20
Continuer à investir et dynamiser la recherche et la formation de talents en IN.....	20
Augmenter la productivité des organisations et des entreprises.....	23
Démarrer des entreprises provenant de la recherche universitaire	25
L'écosystème en IN : de sa consolidation vers un institut québécois.....	26

Sommaire exécutif et recommandations

L'appel du Ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI) et du Conseil de l'Innovation est une occasion pour identifier les problématiques et les solutions novatrices, les meilleures pratiques et les avenues les plus porteuses pour la croissance socio-économique du Québec.

Ce présent mémoire vise à contribuer au développement de l'écosystème de l'intelligence numérique (IN), un domaine regroupant notamment les expertises en intelligence artificielle (IA) et en recherche opérationnelle (RO). **Le Québec possède un pôle unique de calibre international** de la recherche dans ce domaine avec ses laboratoires universitaires (Mila, GERAD, CIRRELT, IID et plusieurs autres).

En dépit de bonnes dispositions du gouvernement québécois, les entreprises tardent à adopter les nouvelles technologies du numérique. Le Québec n'est pas en reste des autres pays. Plusieurs organisations dont la Fédération des Chambres de Commerce du Québec (FCCQ) ont identifié les freins à cette transformation numérique. C'est un très grand enjeu pour tous les pays car on estime que la contribution des entreprises numériques et transformées par les données dans le PIB mondial devrait passer de 12 000 milliards de dollars à 50 000 milliards au cours des quatre prochaines années.¹

Comment surmonter les obstacles d'avant-crise sanitaire dont la productivité, la frilosité d'investissement privé, le faible investissement en infrastructure matérielle et numérique et le nombre insuffisant de talents et la difficile requalification des travailleurs.euse.s? Ce mémoire propose 6 recommandations spécifiques à l'écosystème québécois en IN.

Recommandation #1

Afin de conserver notre avance en recherche dans le domaine de l'IN, il est important que le gouvernement québécois prenne quatre actions.

Qu'il :

- A. **Continue de financer la recherche universitaire de calibre mondiale** tant au niveau fondamental qu'au niveau des transferts technologiques, incluant ceux à portée sociétale comme la santé, l'éducation, l'environnement, la justice et la démocratie. Les retombées de cet investissement se mesurera par l'attraction de talents internationaux, par la formation de nouveaux talents qui deviendront de futur.e.s employé.e.s de grande qualité, par l'augmentation de la productivité et de l'innovation de nos entreprises et par une mutation sociétale encore plus juste et équitable.
- B. **Stimule la coordination interuniversitaire de la recherche** et que celle-ci soit faite par un organisme crédible pour les chercheurs.euses universitaires, collégiaux et des centres de recherche publics.

¹ IDC FutureScape : Worldwide IT Industry 2020 Predictions, October 2019.

- C. Propose et **finance la création de grands projets fédérateurs**, qu'il vise des enjeux technologiques à portée économique ou sociétal, qui stimule la collaboration entre d'une part les universités-collèges et d'autre part les entreprises ou encore les organismes.
- D. S'engage à **valoriser les données gouvernementales** afin que le Québec puisse développer un positionnement numérique innovant et responsable au niveau international.

Recommandation #2

Compte tenu de l'écosystème existant des programmes de subvention pour la recherche collaborative, **les programmes de financement des regroupements sectoriels de recherche industrielle (RSRI) et, plus globalement du MEI, doivent être actualisés pour bien identifier leur positionnement**, pour simplifier les règles des montants accessibles et accélérer leur prise de décision. Comme au CRSNG, la combinaison des Programmes de soutien aux organismes de recherche et d'innovation (PSO) avec des stages Mitacs ne doit pas être pénalisée, mais encouragée. Les demandes pour tous les programmes des RSRI devraient être en continue sans date de tombée pour ne pas retarder la mise en route des projets des entreprises.

Recommandation #3

Afin de stimuler et faire naître plus rapidement les collaborations entre les ressources universitaires et les différents milieux preneurs, nous recommandons de financer une organisation vouée à identifier et à relever les défis des ressources académiques de nature scientifique, technique, de gestion et de talents en plus de mobiliser le milieu industriel vers l'adoption de nouvelles technologies. Ce travail nécessite l'emploi de conseiller.ère.s avec une expertise technique et scientifique avancée connectée aux expertises académiques ainsi qu'une connaissance des enjeux d'affaires selon un modèle semblable à celui développé par l'institut de valorisation des données (IVADO).

Recommandation #4

Qu'on accorde à IVADO les moyens de **bonifier son offre de formation** technique auprès des officier.ère.s de transformation numérique des organismes de soutien de l'écosystème tout en l'augmentant pour la relève notamment au niveau secondaire et collégial.

Recommandation #5

Afin d'atténuer les freins à l'innovation et d'amoindrir la confusion de l'offre chez les industriels, d'éviter la cotisation à répétition et d'augmenter la visibilité à l'international, il faut **réduire ou consolider les organismes** de soutien à l'innovation en IN avec des mandats clairs non redondants. Cette réduction ou consolidation pourrait se faire en fonction des impacts de ces organisations sur la chaîne complète d'innovation.

Recommandation #6

Une solution qui englobe nos recommandations est **la création d'un organisme national d'intelligence numérique s'inspirant des mandats des organismes tels qu'IVADO, AI Singapore et The Data Lab**. Cet organisme offrirait des solutions aux freins perçus à la transition numérique par les entreprises québécoises et des organismes à visée sociale et favoriserait la mise à l'échelle de la transformation numérique. Il aurait des moyens de financement pour la recherche collaborative et aussi des moyens de financement pour la mise en œuvre de grands projets fédérateurs pour et avec les milieux preneurs.

La situation du numérique au Québec

L'un des principaux défis que le Québec doit relever afin de rendre son économie plus compétitive est d'assurer le recours aux technologies de l'IA dans l'ensemble de ses secteurs d'activité. En dépit d'une bonne disposition du gouvernement, les entreprises québécoises ont du mal à adopter les technologies de pointe.

– Ben Hadj²

Un retard à combler et de nombreux freins à relever

En juillet 2018, la FCCQ publiait un rapport intitulé *Les freins à l'investissement numérique des entreprises du secteur manufacturier*. Tel que montré à la Figure 1, **ces freins, au nombre de cinq, sont les données, l'humain, la culture, les finances et la technique.**

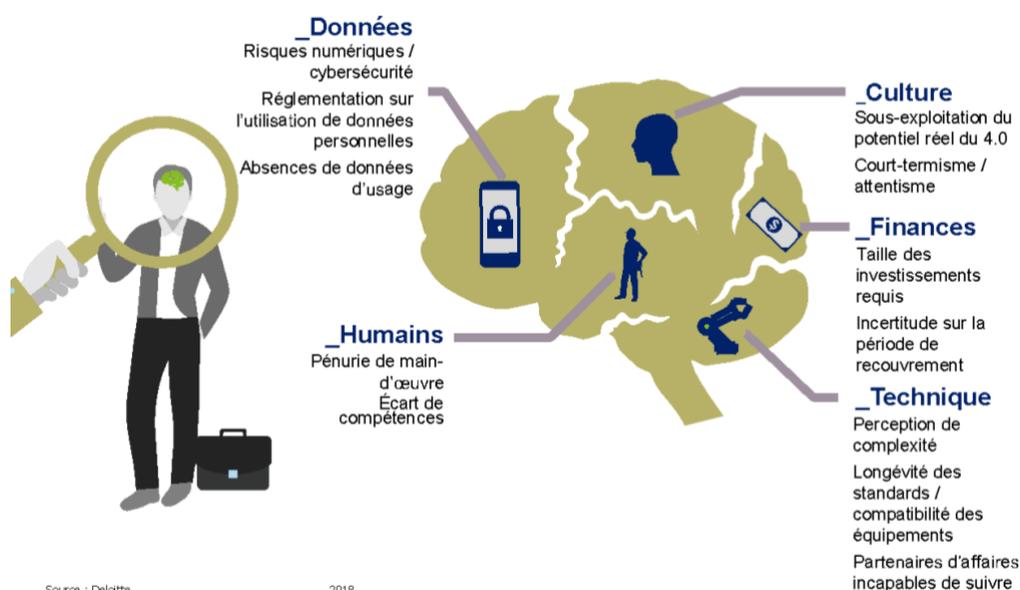


Figure 1 : Les freins à l'investissement numérique des entreprises du secteur manufacturier

En 2019, NOVIPRO réalisait une enquête qui arrivait à la même conclusion. Selon les résultats de cette enquête, seulement 23% des entreprises québécoises envisageaient d'investir en IA. Les obstacles d'adoption pour les entreprises sont un manque de compréhension de ses avantages, une faiblesse à démontrer la valeur de l'applicabilité, un manque d'expertise et des défis de mise en œuvre.

² Analyste-conseil en innovation à la Direction de la valorisation et du capital d'investissement du MEI dans Le Québec économique 9 Perspectives et défis de la transformation numérique, CIRANO, 13 janvier 2021.

Le Québec n'est pas différent des autres pays. Par exemple, selon le baromètre IPSOS, les principaux freins à la numérisation en 2019 pour les entreprises en France sont le manque de temps pour 54%, les coûts de transformation numérique pour 49%, la complexité de la mise en œuvre d'une stratégie numérique pour 39%, le manque de formation sur le sujet et de compétences en interne pour 36% et les risques liés au respect des données personnelles des clients pour 33%. Pourtant, 54% des entreprises engagées dans la numérisation ont connu une amélioration de la satisfaction client, 42% enregistrent une meilleure rentabilité (ROI), 41% connaissent une amélioration de la fidélisation des clients et 37% réussissent à développer de nouveaux services.³

Selon Ben Hadj, **pour faciliter l'adoption de l'IA par les entreprises du Québec, des canaux de transfert technologique devront être considérés.** Ce mémoire vise à mettre de l'avant un de ces canaux de transfert technologique essentiel pour le Québec, **soit celui de la valorisation de la recherche universitaire et des talents** vers l'industrie dans le domaine de l'IN. Il montre aussi qu'**IVADO** est un des acteurs de l'écosystème qui a réussi à catalyser et mobiliser la connaissance et les talents pour un transfert technologique réussi et une création de valeur sociétale et économique autour de l'exploitation responsable des données. Mais surtout, ce mémoire présente des axes d'actions pour une véritable **mise à l'échelle de cette mobilisation** pour le bénéfice de la société québécoise.

Le numérique, un moteur pour l'innovation

Au début de cette aventure d'IVADO, il y a dix ans déjà et fort de nos centres de recherche de classe mondiale en intelligence numérique, nous étions seulement quelques-un.e.s à croire au potentiel incroyable de Montréal et du Québec en valorisation des données. Une personne à la fois, nous avons partagé cette vision et aujourd'hui, c'est toute une communauté dynamique et sans cesse grandissante, propulsée par ce désir commun de transformer les progrès en intelligence numérique en bénéfices pour la société, qui anime IVADO et notre écosystème.

– Gilles Savard, directeur général, IVADO

La crise sanitaire a eu des impacts négatifs sur tous les pays du monde. Au Canada, dans les premiers mois de la crise sanitaire, le PIB a connu ponctuellement un repli de 18%, du jamais vu. Plusieurs pays dont les États-Unis, l'Allemagne, l'Espagne, la Norvège, la France, la Corée du Sud se préparent à redémarrer leurs économies en y injectant des milliards de dollars. Le Canada et le Québec ne sont pas en reste. Toutefois, ils devront **surmonter les obstacles d'avant-crise sanitaire** dont la productivité, la frilosité d'investissement privé, le faible investissement en infrastructure matérielle et numérique et **le nombre insuffisant de talents et la difficile requalification des travailleurs.**

La contribution des entreprises numériques et transformées par les données dans le PIB mondial devrait passer de 12 000 milliards de dollars à 50 000 milliards au cours des quatre prochaines

³ <https://www.wis-ecoles.com/impact-digital-economie-francaise>

années⁴. Dans son rapport de 2020 intitulé *Redémarrer, relancer, repenser la prospérité de tous les canadiens*, le Conseil sur la stratégie industrielle du Canada, recommande au gouvernement canadien de se doter d'une stratégie industrielle qui repose sur quatre piliers pour créer une économie numérique, durable et innovante :

1. *Devenir une économie numérique axée sur les données;*
2. *Être le chef de file mondial sur le plan ESG (environnemental, social et de gouvernance) dans les domaines des ressources, des énergies renouvelables et des technologies propres;*
3. *Bâtir un secteur manufacturier innovant et à haute valeur ajoutée pour lequel nous pouvons être un chef de file mondial;*
4. *Tirer parti de nos atouts dans l'agroalimentaire pour nourrir la planète.*

Tous les piliers touchent directement ou indirectement les données. Le premier et le troisième de ces piliers requièrent directement l'aide des technologies de l'IN tandis que les deux autres piliers touchent indirectement ces technologies.

L'après-crise sanitaire n'affaiblit pas l'accélération des nouvelles technologies et de l'importante croissance de l'économie immatérielle basée sur les données et les logiciels. En fait, c'est tout le contraire. **Heureusement, le Québec regorge de ressources hautement qualifiées dans ce domaine, même si actuellement en nombre insuffisant. Il ne reste qu'à bien les utiliser.**

Qu'est-ce que l'IN: l'importance de comprendre ses spécificités

L'intelligence numérique (IN), **pour passer de la donnée à la décision** est un ensemble d'outils et de méthodologies combinant collecte et exploitation des données, développement et utilisation de modèles et d'algorithmes pour accompagner la prise de décision.

Plus généralement, l'IN peut référer :

- à l'analytique des données, particulièrement sous ses angles descriptifs, prédictifs et prescriptifs;
- à différents domaines plus spécialisés tels que la science des données, l'intelligence d'affaire, l'intelligence artificielle (IA), l'apprentissage automatique (AA), la recherche opérationnelle (RO);
- aux différentes approches d'ordre technoscientifique qui permettent de passer de sources de données (capteurs intelligents, plateformes d'internet des objets, entrepôts de données, etc.) à de la création de valeur sociale ou économique;
- aux plateformes qui permettent le développement de nouveaux modes de gestion ou modèles d'affaires, comme ceux de l'économie de partage.

⁴ IDC FutureScape : Worldwide IT Industry 2020 Predictions, October 2019.

Dans un contexte d'affaires, **l'IN est le chaînon essentiel entre la multitude de technologies numériques habilitantes** (informatique, IoT, robotique, 5G, 3D, réalité augmentée, etc.) génératrices de données et **la véritable création de valeur des organisations** (productivité accrue, nouveaux produits ou processus numériques, nouveaux modèles d'affaires).

Parmi les spécificités des technologies de l'IN, notons :

1. un concept algorithmique abstrait et généralement mal compris des non-expert.e.s;
2. un développement et une création de valeur *intimement liés* au contexte précis d'application (données-modèle-algorithme);
3. une dynamique d'évolution du système en continue (les données et donc le système étant évolutif ainsi que la sophistication continue des modèles et des algorithmes);
4. un processus d'industrialisation différent et plus complexe que les systèmes à base procédurale où le comportement est invariant à la dynamique des données.

Ces spécificités contrastent fortement avec d'autres secteurs technologiques, (ex. pharmaceutique et découverte de médicaments) et la valorisation des technologies de l'IN, dans un contexte critique d'augmentation de la productivité des entreprises québécoises et de leur capacité d'exportation, doit nécessairement en tenir compte.

Accélérer le transfert technologique en IN

Plus que jamais, **l'innovation et la transformation numérique seront les vecteurs de la croissance de la société québécoise**. Pour accélérer cette croissance, nous croyons qu'il faut :

1. Miser et **maintenir un positionnement exceptionnel** et unique au monde en IN de Montréal et du Québec en recherche universitaire et en formation de talents de haute qualité;
2. **Mettre à l'échelle** nos moyens de transfert afin d'accroître la productivité de nos entreprises, institutions et de l'État québécois par la transformation numérique;
3. **Concerter et aligner les organismes** qui soutiennent l'innovation.

Il est indéniable que **la recherche faite à Montréal et au Québec en IN est de calibre international**. Nous savons attirer les meilleur.e.s au monde et formons aussi de nouveaux talents de calibre mondial. Par contre, l'enjeu est la compétitivité des grandes villes internationales. **Il faut continuer d'investir de façon importante au niveau de la recherche pour demeurer à l'avant-garde de la technologie et éviter tout recul de performance**. Un recul mènerait à une perte de reconnaissance éventuelle. Les impacts de ce recul réduirait l'attraction internationale tant au niveau des talents que des grands investissements étrangers, amènerait une diminution de la capacité de mobilisation de la connaissance et des talents et une baisse à l'exportation. Sans surprise, notre première recommandation va dans cette direction.

Mila, un institut de calibre mondial

Fondé en 1993 par le professeur Yoshua Bengio de l'Université de Montréal, Mila est un institut de recherche en IA qui rassemble aujourd'hui 500 chercheurs et chercheuses spécialisé.e.s dans le domaine de l'apprentissage automatique (AA). Mila a pour mission d'être un pôle mondial d'avancées scientifiques qui inspire l'innovation et l'essor de l'IA au bénéfice de tou.te.s. Depuis 2017, Mila est le fruit d'une collaboration entre [l'Université de Montréal](#) et [l'Université McGill](#), en lien étroit avec [Polytechnique Montréal](#) et [HEC Montréal](#), et rassemble dans ses bureaux une communauté de professeur.e.s, d'étudiant.e.s, de partenaires industriels et start-ups œuvrant en IA, faisant de l'institut le plus grand centre de recherche académique en AA au monde.

Ces pertes ralentiraient le second point de la mise à l'échelle favorisant la productivité de nos entreprises. Il faut se rendre à l'évidence, **la majorité des entreprises et des organisations ne sont pas prêtes à la transformation numérique**. Les conseiller.ère.s du réseau gouvernemental et du réseau d'accompagnement de l'innovation sont bien formé.e.s pour les aspects financiers mais comprennent souvent très peu l'IN. Il est nécessaire de sensibiliser à la fois les conseiller.ère.s, les entreprises et les organisations afin d'améliorer l'accessibilité aux nouvelles technologies tout en assurant le réalisme des solutions technologiques actuelles à la résolution des problématiques

industrielles. **Il est impératif de mettre en place des mécanismes de mobilisation et de transfert technologique.**

Quant au troisième point, **la concertation et l'alignement des organismes d'innovation**, nous y revenons dans la prochaine section et il fait l'objet d'une recommandation importante.

L'écosystème de l'IN au Québec

Un nombre considérable d'acteurs

Au Québec, plusieurs acteurs interviennent dans l'écosystème de l'IN. Ces acteurs agissent à différents moments dans le continuum du passage de l'invention à la commercialisation en passant par l'innovation, la maturation, la preuve de concepts, etc. Bonjour Startup Montréal a proposé une cartographie de l'IA de Montréal montrée à la Figure 2. D'autres acteurs pourraient se rajouter à la liste de Bonjour Startup Montréal. On pense à Apogée, au FRQ pour les questions de financement, aux groupes associatifs comme l'ADRIQ, AQT, à Calcul Québec et à IQ-CRIQ pour l'infrastructure technologique ainsi qu'aux grappes comme AéroMtl, Ecotech, Propulsion Québec et CargoM.



Figure 2 : Cartographie de l'IA de Montréal selon Bonjour Startup Montréal (<https://www.bonjourstartuptmtl.ca/ecosysteme-mtl/>).

Pour un industriel, le nombre d'acteurs est à la fois impressionnant et l'offre est éclatée, voire étourdissante. Les questions de base À qui? À quoi? Quand? Comment? À quel prix? restent malheureusement trop souvent sans réponse. À quel acteur doit-il demander de l'aide? À quoi peut-il s'attendre comme réponse? Comment travailler avec eux tout en conservant la confidentialité de ses données? Et à quel coût? Quelle organisation comblera le manque de compréhension des avantages d'utilisation de l'IN dans son entreprise, qui estimera la valeur de son applicabilité, qui l'aidera à pallier son manque d'expertise et qui l'aidera à relever les défis

de mise en œuvre. **Sans parler de l'argent investi par les gouvernements dans ces organisations majoritairement de petites tailles** (10 employé.e.s ou moins)⁵. La nécessité pour ces organisations d'avoir une infrastructure minimale, réduit encore l'efficacité et l'impact de l'investissement gouvernemental.

Constat: Le nombre d'intervenant.e.s dans le continuum d'offres apporte une perte de synergie et d'efficacité. Elle sème la confusion chez les industriels, suscite des cotisations à répétition et offre une visibilité réduite de notre écosystème à l'international.

Les acteurs de l'accélération de la transformation numérique

Tout comme l'étude de NOVIPRO et de la FCCQ, l'expérience d'IVADO lui montre que le milieu industriel a peu de connaissances du numérique et donc peu d'appétit pour adopter un plan de numérisation et qu'il leur manque des ressources humaines compétentes pour prendre ce virage numérique.

Trois acteurs principaux viennent en aide au milieu industriel pour accélérer cette adoption vers le numérique : les universités et les collèges, les organisations du réseau industriel et les organismes de financement de la recherche collaborative.

Les universités et les collèges

Les professeur.e.s universitaires et collégiaux ont, en tout ou en partie, la mission de :

- Faire avancer les connaissances en IN par des projets de recherche avec des étudiant.e.s aux cycles supérieurs et post-doctoraux pour l'ensemble du milieu preneur, qu'il soit industriel, gouvernemental ou communautaire;
- Former des étudiant.e.s et les encadrer dans leurs stages en entreprise pour favoriser le transfert des connaissances;
- Se maintenir à jour sur les avancées scientifiques et technologiques dans leur secteur d'expertise pour conseiller les organisations;
- Attirer au Québec des étudiant.e.s étranger.ère.s de grande qualité susceptibles de s'établir au Québec pour contribuer à son développement économique.

Les freins : Les activités professorales avec l'industrie ont aussi leurs propres freins. Les professeur.e.s sont normalement très occupé.e.s par leurs nombreuses tâches d'enseignement, d'administration universitaire et d'encadrement d'étudiant.e.s ainsi que de production d'articles scientifiques pour l'avancement de leur carrière et l'obtention de subventions pour financer leurs étudiant.e.s. La majorité manque de temps, même s'ils le voulaient, pour développer des contacts industriels suivis et établir des relations de collaboration fructueuse avec ceux-ci. **La présence de conseiller.ère.s facilitant ces liens est essentielle pour initier et entretenir ces relations université-industrie, comme l'a démontré l'expérience d'IVADO.**

⁵ L'information sur le nombre d'employé.e.s provient des sites Web des organisations.

Les organisations de réseaux industriels

Il y a plusieurs types d'organismes réseaux susceptibles de rejoindre et de mobiliser leur secteur industriel et/ou leur région pour l'adoption de l'IN : les grappes industrielles, les associations industrielles, les centres collégiaux de transfert de technologie (CCTT) qui offrent la possibilité de rejoindre le tissu industriel régional et les incubateurs et accélérateurs.

Les freins : Le personnel de ces organisations n'a pas toujours la formation pour identifier les opportunités d'innovation en IN de leur secteur et surtout ne connaissent pas les acteurs du réseau académique susceptible d'aider ces entreprises dans leurs démarches. **La présence ici de ces mêmes conseiller.ère.s est tout aussi essentielle pour établir les liens avec les chercheurs et chercheuses les mieux placé.e.s pour les aider.**

Les organismes de financement de la recherche collaborative

En finançant en partie les coûts de la collaboration université-industrie dans plusieurs secteurs, les organismes de financement jouent un rôle important dans le développement et le transfert des connaissances en IN et favorise l'établissement de liens à long terme entre ces acteurs. Parmi ces acteurs, mentionnons Mitacs, les RSRI, le MEI, le CRSNG, le CNRC et les actions concertées du FRQNT. On verra ci-dessous que l'offre de programmes de financement est variée, chacun avec des règles, des avantages et des inconvénients différents. **Il est clair que l'industriel, non familier avec ces programmes, ne peut s'y retrouver sans l'aide de conseiller.ère.s neutres et indépendant.e.s. C'est l'un des rôles que jouent les conseiller.ère.s IVADO.**

Le programme Mitacs joue un rôle primordial pour initier une collaboration université-industrie. Sa mission principale est de stimuler et financer les stages de recherche des étudiant.e.s en entreprise. Le programme a un taux d'acceptation élevé dans des délais relativement courts et un processus de demande relativement simple. C'est la façon la plus rapide d'initier une collaboration scientifique. Ce programme permet aussi aux entreprises d'évaluer l'étudiant.e et dans de nombreux cas de lui offrir un emploi après son stage: la meilleure façon de compléter un transfert technologique. Ce programme contribue en plus à donner aux étudiant.e.s un complément important de formation sur la réalité des entreprises.

Les RSRI gèrent plusieurs programmes dont, depuis deux ans, des programmes en IA (équivalent dans leur définition à l'IN). **Les règles de ces programmes sont souvent compliquées, entre autres, en ce qui concerne les divers frais administratifs des RSRI et des frais indirects de recherche (FIR) des universités, avec différentes contraintes sur les différentes sources de financement (dont Mitacs; en fait, la combinaison d'un programme RSRI avec des stages Mitacs, n'est plus très avantageuse).** Dans le cas des programmes en IA, des concours à date fixe créent des délais pour la mise en route des projets par les entreprises.

Pour la plupart des RSRI, comme le CRIAQ, CQDM, CQRDA, MEDTEQ, InnovÉE et PRIMA, le secteur qu'ils représentent est assez bien défini et ils peuvent connaître pratiquement les quelques centaines d'entreprises actives dans leur secteur ainsi que les chercheurs.euses universitaires les plus actif.ve.s sur les problèmes spécifiques à leur secteur. **Ils n'ont pas toujours l'expertise nécessaire cependant pour identifier les chercheurs.euses en IN pour intervenir dans un projet de**

transformation numérique dans leur domaine. L'important projet à portée internationale DEEL n'aurait probablement pas pu voir le jour au CRIAQ sans l'implication importante d'IVADO (voir l'encadré).

Projet international de recherche DEEL

En 2018, IVADO, l'IRT Saint Exupéry (Institut de transfert technologique français basé à Toulouse) et le Consortium de recherche industrielle en aérospatial au Québec (CRIAQ) établissaient un **partenariat de cinq ans** dans les domaines de l'aéronautique, de l'aérospatial et des systèmes embarqués. Cette collaboration, **qui réunit près de 20 chercheurs et chercheuses et 12 industries de part et d'autre de l'Atlantique**, a mené au développement du programme international de recherche « DEpendable EXplainable Learning » (DEEL), **un projet canado-français de 45 M\$ (30 M€), dont 9,5 M\$ au Québec (financement CRSNG et MEI (CRIAQ))** qui vise ultimement la certification d'algorithmes d'IA en vue d'une utilisation dans les systèmes critiques de l'aéronautique, de l'automobile et du ferroviaire. IVADO compte aussi parmi les rares alliés étrangers de l'Institut interdisciplinaire d'IA de Toulouse, ANITI, qui réunit quelque 200 chercheurs.euses et 50 organisations qui travaillent au développement d'une nouvelle génération d'algorithmes et de robots pour des secteurs prioritaires comme le transport. Ce nouveau partenariat ouvre des portes intéressantes aux chercheurs.euses et aux membres d'IVADO.

Prompt d'autre part est un cas particulier qui s'occupe de tout le secteur des TIC pour l'ensemble du Québec. Presque toutes les entreprises québécoises sont susceptibles d'avoir des projets de R&D en TIC. Sauf pour les secteurs spécifiques des RSRI mentionnés plus haut, tous les projets en IN se retrouvent donc dans le champ d'activité de Prompt. **Nous croyons qu'il bénéficierait d'un rapprochement avec IVADO qui possède une vaste connaissance du milieu universitaire en IN** et possède une banque de données de plus de 1000 chercheurs.euses québécoise.s mise à jour de façon continue et automatiquement à partir de leurs publications et d'un système à base d'IN.

Le CRSNG a un programme de financement de projets de recherche collaborative bien connu de la communauté de recherche. Son nouveau programme Alliance peut financer 2/3 des coûts du projet de recherche s'il y a une implication d'une PME. **De plus, ce qui est très intéressant, le CRSNG permet maintenant de combiner son programme Alliance avec Mitacs.** Dans un projet où une PME est impliquée, et des stages en entreprise prévus, le financement peut être 25% entreprise, 25% Mitacs et 50% CRSNG. Cependant, les demandes sont plus complexes à compléter, surtout si plusieurs industriels et plusieurs chercheurs.euses sont impliqués.e.s. L'évaluation scientifique est très rigoureuse et même si le pourcentage d'acceptation est élevé, il n'est pas de 100% même pour ce qui a priori apparaît comme une excellente demande. **La combinaison de ce programme avec une PSO des RSRI ne sera plus très avantageuse, si l'option des stages Mitacs est utilisée.**

Il existe plusieurs autres programmes de subventions destinés directement aux entreprises; notons entre autres le CNRC PARI, Scale AI et InvestAI géré par IVADO Labs.

Constat : Compte tenu des différents acteurs de l'écosystème d'innovation en IN qui opèrent chacun dans leur sphère d'activité, un organisme neutre et indépendant d'intermédiation est essentiel pour faire le pont entre les universitaires, le monde industriel et les organismes de financement. Nous vous proposons quelques modèles de tels organismes.

Le modèle IVADO

IVADO est un institut de collaboration en IN regroupant des membres universitaires et collégiaux et des organisations dans un partenariat axé sur la valorisation des données massives pour la prise de décision. Situé au cœur de l'écosystème québécois en IN, **IVADO agit à la jonction de la science des données, de l'apprentissage automatique et de la recherche opérationnelle.**

IVADO mobilise une expertise universitaire unique au monde pour catalyser le développement socio-économique responsable et le rayonnement international du Québec comme pôle mondial en IN, en :

- Multipliant le nombre et la force des talents scientifiques et industriels actifs dans l'écosystème;
- Développant de la connaissance, des technologies et des percées scientifiques de classe mondiale;
- Accéléralant l'adoption des méthodes d'IN dans les organisations par la mobilisation des connaissances et des talents.

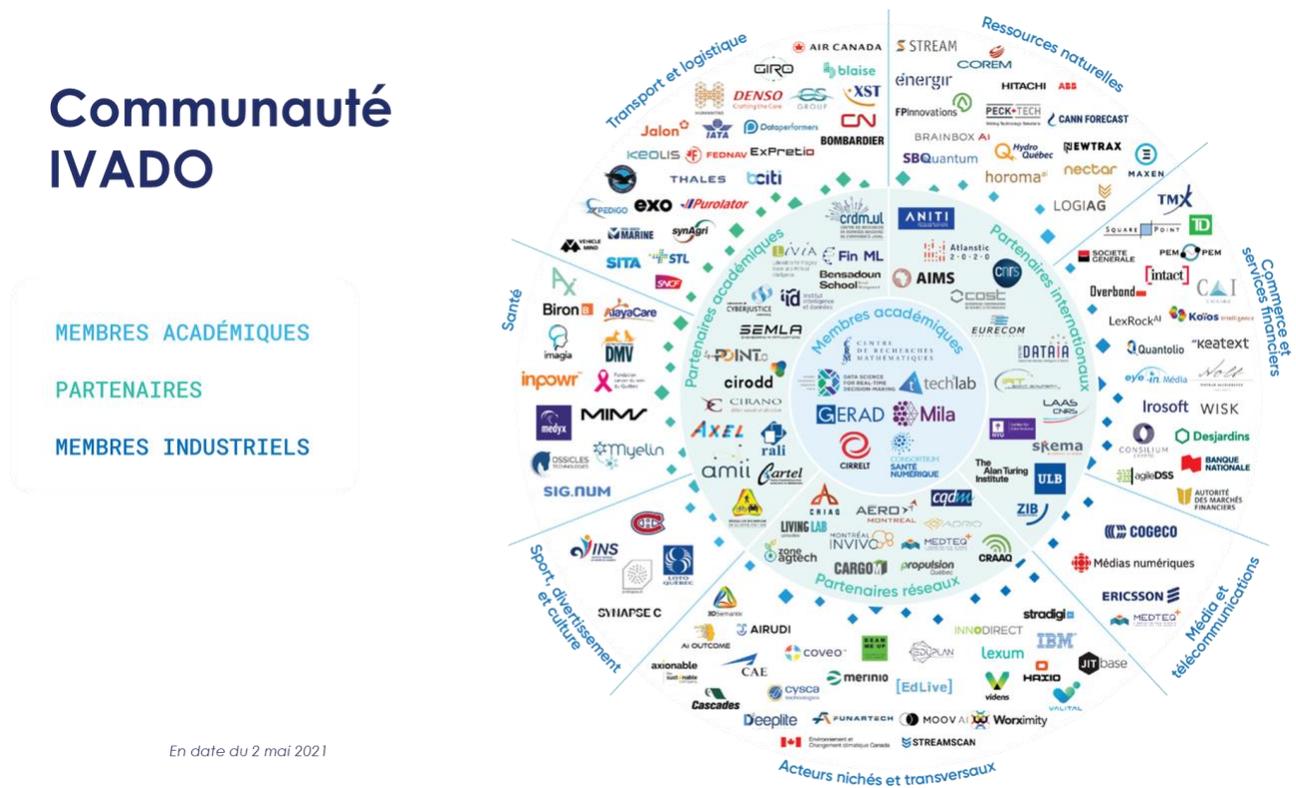


Figure 3 : Communauté IVADO

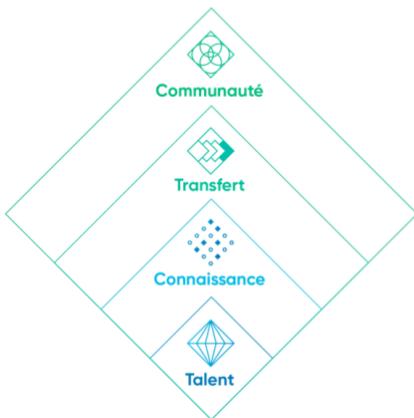
IVADO s'engage pour sa communauté de partenaires et la société à :

- **Accélérer la transformation numérique du Québec, socialement responsable**, grâce à un haut niveau d'impact scientifique, technologique, économique et social et la rendre accessible aux organisations de toutes tailles, depuis partout au Québec.
- **Déployer un modèle d'innovation unique** par son approche décloisonnée et son efficacité, et devenir une référence internationale pour la mobilisation de connaissances, talents, et technologies entre l'université et les organisations.
- **Catalyser des progrès technologiques majeurs** en recherche fondamentale, libre et appliquée sur des thématiques à très haut potentiel, et créer de nouvelles filières technico-économiques porteuses.



Sa stratégie s'appuie sur quatre piliers : Talent, Connaissance, Transfert et Communauté. À travers ces piliers, et fort de sa communauté de plus de 150 partenaires, IVADO s'appuie sur une compréhension fine des particularités d'une valorisation des technologies d'intelligence artificielle et numérique et **crée des ponts** entre le milieu académique et les organisations.

Nos quatre piliers... au delà des silos...



- **Talent** : bourses (B.Sc., M.Sc., Ph.D., Post-doc), nouveaux programmes de formation, chaires
- **Connaissance** : nouveaux.elles professeur.e.s, projets de recherche, infrastructures, soutien à la recherche (PHQ)
- **Transfert** : recherche collaborative, formation en entreprise, sensibilisation, programmes d'entrepreneuriat, accompagnement
- **Communauté** : industrialisation de l'IN, groupe NLP, groupe Aéronautique, développement et soutien des écosystèmes, développement international

Figure 4 : Piliers d'IVADO



Figure 5 : IVADO en chiffres

D'un ADN universitaire, IVADO est un modèle établi, adapté au domaine du numérique et de ses spécificités, d'une véritable mobilisation de la connaissance et des talents rapprochant le milieu de l'enseignement et de la recherche et celui des organisations.

Ainsi, IVADO est un institut incontournable en IN pour les organisations car il optimise le transfert technologique en réduisant les risques de projets, en associant la meilleure expertise universitaire à la résolution d'un besoin industriel, en réduisant les coûts de réalisation du projet par une connaissance fine des divers programmes de financement et en assurant des formations en entreprise et d'une main d'œuvre hautement qualifiée par la formation de stagiaires en industrie qui, ultimement, pourront se joindre aux organisations pour assurer un transfert optimal.

Le succès du transfert vers les organisations est intimement lié à la qualité de ses conseiller.ère.s au partenariat qui :

- Sont assigné.e.s à des membres industriels assurant des contacts réguliers et le développement d'une relation de confiance;
- Établissent la meilleure relation professeur.e.s-étudiant.e.s et industries;
- Assurent une bonne compréhension mutuelle du projet;
- Aident au recrutement de stagiaires;
- Identifient les financements possibles et aide à leur rédaction;
- Accompagnent en continu les chercheurs.euses et l'industrie afin d'augmenter le taux de réalisation des projets.

L'offre de formation est aussi importante. Au-delà d'Apogée, ses programmes sont financés par le Centre de Compétences futures au niveau fédéral et par le programme NovaScience du MEI. Un premier programme appelé **de la Donnée à la décision** offre une formation et une certification en IN à l'intention des travailleurs.euses de mi-carrière et des organisations. Un second programme intitulé **L'intelligence numérique pour dirigeant.e.s** s'adresse aux dirigeant.e.s d'entreprise et explore des thèmes tels que l'IN au service de :

- La gestion dans un contexte d'incertitude;
- L'amélioration de la productivité et de la qualité;
- La collaboration inter-organisationnelle.

L'offre de cours de ce second programme va de *l'Introduction à l'intelligence numérique* à *Mise en place d'initiatives* en passant par des ateliers pour l'identification de projets prometteurs. À ce jour, IVADO a formé plus de 25 000 jours-personnes et a pris part à plus de 550 événements. Il offre 33 formations distinctes : 29 écoles et ateliers et 4 cours en ligne.

En conclusion, IVADO est un joueur majeur au Québec pour aider les entreprises dans leur transformation numérique en plus de mobiliser la connaissance et les talents du Québec en IN.

Autres modèles internationaux semblables à IVADO

The Data Lab

The Data Lab est un centre d'innovation écossais pour les données et l'IA. Sa mission est d'aider l'Écosse à maximiser la valeur des données et à conduire le monde vers un avenir alimenté par les données. Il est situé physiquement dans quatre villes de l'Écosse : Aberdeen, Edinburgh, Glasgow et Inverness. Les quatre valeurs du The Data Lab sont l'innovation, le soutien, la croissance et le respect.

Leur programme Support to Innovate vise à **jumeler une entreprise avec le bon partenaire universitaire ou avec le bon spécialiste**. Ils fournissent une expertise, des conseils et un soutien pour aider les entreprises à définir et à gérer un projet en IA. 95 projets ont été soutenus pour une somme totale de financement de 128 M£ soit 230 M\$CAD par l'entremise de plusieurs programmes :

1. *Funding Post Graduate Research* : **financement d'étudiant.e.s** de deuxième et de troisième cycle qui font **des stages en industrie** d'une durée de 8 à 12 semaines;
2. *Collaborate with data science specialists* : vise à fournir du financement, de l'expertise spécialisée et un gestionnaire de projet **pour permettre aux industriels, aux chercheurs.euses de travailler ensemble sur des projets** de TRL 3 à 6. Le financement de 20 000 £ (35 000 \$CAD) et demande respectivement 25%, 35% ou 50% de contrepartie de la petite, moyenne ou large entreprise.

3. *Torch* : service à l'industrie qui vise à faire décoller les projets en valorisation de données en traduisant la stratégie en actions concrètes par l'identification de la bonne approche et par la validation des données. **Ce programme est similaire aux visites interactives du CNRC PARI.**
4. *Transformational Projects* : **il s'agit de grands projets porteurs.** Deux programmes sont actifs. Un premier avec l'UNICEF qui vise à améliorer les conditions de vie des enfants et un second, le *Cancer Innovation Challenge*, qui cherche des solutions pour guérir le cancer.
5. D'autres programmes existent dont **un fonds de maturation, des activités de sensibilisation et des activités de formation continue.**

AI Singapore

Le AI Singapore est un programme national en IA créé en 2017 par la Fondation nationale de recherche. **Sa mission est de créer un impact social et économique par l'entremise de l'IA.** Le bureau de programme est hébergé par l'université nationale de Singapour et **rassemble tous les instituts de recherche du domaine basés à Singapour** et l'écosystème dynamique des jeunes pousses (start-ups) et des entreprises d'IA. Les programmes du AI Singapore reposent sur quatre piliers principaux:

1. AI Research : qui **finance la recherche universitaire** et le financement de bourse de doctorant.e.s. Ils veulent inventer la prochaine génération d'algorithmes par le Next Generation AI et aussi **encourager la collaboration inter-institutions par le programme Collaboration;**
2. AI Technology : **qui relève les défis majeurs qui affectent l'économie et la société** en promouvant des idées et des applications audacieuses de technologies d'IA notamment en organisant de Grands Défis dans les domaines de la Santé, des Solutions Urbaines et de la Finance.
3. AI Innovation : **qui stimule l'innovation par la formation (Talent Development) et par la recherche collaborative (100 Experiments).** Le programme de formation *Talent Development* va de séminaires de 3 heures (AI4E), à des cours gratuits pour les écoles secondaires (AI4S) à des formations plus spécialisées de stagiaires d'une durée de 9 mois (AIAP, 2 mois de cours et 7 mois de stage industrie) ou d'une durée de 6 mois (AIDP, 2 mois de cours et 4 mois de stage industriel) Ces deux derniers programmes visent à certifier des ingénieur.e.s au statut IA. Le *100 Experiments* est le programme phare d'AI Singapore visant à résoudre des problèmes d'IA des industries et à les aider à créer leurs propres équipes d'IA. Une organisation peut proposer des problématiques *100 Experiments* là où il n'existe pas de solution commerciale qui sera résolue par une recherche collaborative avec des chercheurs.euses universitaires d'une durée de 9 à 18 mois avec l'aide des stagiaires des programmes AIAP ou AIDP. AI Singapour pourra financer cette recherche jusqu'à un montant de 250 000\$ SGD (environ 233 000\$ CAD).
4. AI Makerspace : **qui fournit une plateforme d'outils, d'API et de solutions génériques en IA.**

Nos recommandations

De nos jours, les organisations et les entreprises sont condamnées à innover sans quoi elles perdent leur efficacité et des parts de marché. Innover pour les entreprises veut dire augmenter leur productivité, réviser leurs processus, investir dans la formation de leurs employé.e.s, proposer de nouveaux produits et prendre, tout en les contrôlant, des risques technologiques. **Aider les entreprises à innover veut dire pour les gouvernements de continuer à investir dans la création des nouvelles connaissances et dans la formation de talents afin de fournir les ressources premières aux entreprises.** Le gouvernement doit aussi aider les entreprises à exporter leurs produits, à susciter les entreprises à innover et encourager la création de startups ce qu'il accomplit avec l'aide de plusieurs programmes de subventions. Le gouvernement doit aussi assurer la coordination et l'alignement de tous les organismes qui soutiennent l'innovation. Finalement, le gouvernement doit lui-même devenir exemplaire dans son utilisation et sa valorisation des données.

Continuer à investir et dynamiser la recherche et la formation de talents en IN

L'amalgame des expertises en IA avec celles en RO fait de Montréal et du Québec un pôle unique de calibre international de la recherche. D'autres villes à travers le monde (et au Canada) envient cette force du Québec et s'y affairant pour la rattraper. **Il est important dans la nouvelle société numérique d'aujourd'hui de financer adéquatement nos chercheurs.euses dans ce domaine porteur pour le développement économique et sociétal du Québec pour qu'il puisse conserver ses avancées scientifiques et pour que nous puissions former encore plus de talents car le talent attire le talent notamment le talent étranger.** La présence du talent en quantité et surtout en qualité attire entre autres les filiales des compagnies étrangères à ouvrir ici leur laboratoire de recherche en IN contribuant à la renommée de Montréal et du Québec. Les organismes de financement de la recherche le font en général très bien et nous les encourageons à continuer. Il faut maintenir le rythme.

Le rayonnement sur la scène internationale repose tout d'abord sur la qualité exceptionnelle de la recherche en IN des chercheurs.euses de la communauté. Il est à noter que l'impact relatif des publications en recherche opérationnelle (RO) demeure le meilleur au monde et que le nombre de publications en apprentissage automatique-intelligence artificielle (AA-IA) a connu une augmentation sur une base annuelle de 11% et de 22% au niveau des citations. Depuis l'obtention de la subvention Apogée, il y a eu **une attraction et rétention accrue des meilleur.e.s étudiant.e.s internationaux.les**. Le nombre de demandes d'inscriptions d'étudiant.e.s étranger.ère.s dans des programmes touchant à l'IN a augmenté de façon significative. Par exemple, si l'on compare les sessions d'automne 2016 aux sessions d'automne 2019, cela représente un bond de 80% à l'UdeM, de 68% à Poly et de 79% à HEC. La forte croissance de la demande pour des scientifiques des données a favorisé la rétention des étudiant.e.s étranger.ère.s. Comme le relève la professeure en IA Joelle Pineau : « Pendant des années, j'ai vu mes étudiant.e.s quitter la ville [...]. Désormais, la plupart s'installent ici pour continuer leur carrière de recherche ».

L'augmentation en flèche du nombre de laboratoires en IA de groupes internationaux qui se sont installés à Montréal **témoigne d'une reconnaissance indépendante du positionnement mondial**. De nombreuses compagnies sont venues installer leurs laboratoires à Montréal (Facebook, DeepMind, Samsung, Microsoft, RBC, DENSO, Thales-cortAlx, SITA, Squarepoint Capital , etc.).⁶

Pour assurer une optimisation des résultats de cette recherche et pour tenter de se tailler une place aux côtés des mastodontes que sont les GAFAM, nous croyons qu'il est très important de **regrouper nos forces pour que cette recherche se fasse encore plus en réseau, avec des consortia de recherche interuniversitaire**. Il serait aussi approprié de stimuler la programmation de recherche dans **de grands projets fédérateurs** dont les thématiques seraient alignées avec la stratégie de croissance économique et sociétale du Québec comme la santé, l'éducation, l'environnement, la justice et la démocratie. De plus, il nous semble important de rappeler qu'il sera impossible de développer un positionnement numérique innovant et responsable au niveau international pour le Québec **si le gouvernement ne s'engage pas lui-même comme un partenaire exemplaire de valorisation de ses propres données**. C'est une question de crédibilité pour l'ensemble de l'écosystème. IVADO possède l'expertise et l'expérience pour faciliter cette transformation numérique et la valorisation des données issues de l'appareil gouvernemental et viser leur valorisation pour le bénéfice de la société québécoise.

Présentement, la coordination interuniversitaire de la recherche a besoin de stimuli et pourrait **bénéficier d'une coordination faite par un organisme crédible pour les chercheurs.euses universitaires, du type Génome Québec**, qui aurait comme mission de catalyser le développement et l'excellence en recherche, à favoriser son adoption par l'industrie et à financer des initiatives majeures pour et avec l'industrie. Le projet DEEL présenté plutôt en est un exemple. Un autre exemple est le projet en TAL (Traitement automatique de la langue), pour le **développement de la prochaine génération d'agents conversationnels**. IVADO a recruté **16**

⁶ Extrait du rapport mi-mandat d'IVADO pour le programme Apogée.

entreprises et 14 professeur.e.s issus de cinq universités pour monter un projet de 3-5 M\$, actuellement en cours d'élaboration pour un financement CRSNG-Mitacs.

Recommandation #1

Afin de conserver notre avance en recherche dans le domaine de l'IN, il est important que le gouvernement québécois prenne quatre actions. Qu'il :

A. **Continue de financer la recherche universitaire de calibre mondial** tant au niveau fondamental qu'au niveau des transferts technologiques, incluant ceux à portée sociétale comme la santé, l'éducation, l'environnement, la justice et la démocratie. Les retombées de cet investissement se mesurera par l'attraction de talents internationaux, par la formation de nouveaux talents qui deviendront de futur.e.s employé.e.s de grande qualité, par l'augmentation de la productivité et de l'innovation de nos entreprises et par une mutation sociétale encore plus juste et équitable.

B. **Stimule la coordination interuniversitaire de la recherche** et que celle-ci soit faite par un organisme crédible pour les chercheurs.euses universitaires, collégiaux et des centres de recherche publics.

C. Propose et **finance la création de grands projets fédérateurs**, qu'ils visent des enjeux technologiques à portée économique ou sociétal, qui stimuleraient la collaboration entre d'une part les universités-collèges et d'autre part les entreprises ou encore les organismes.

D. S'engage à **valoriser les données gouvernementales** afin que le Québec puisse développer un positionnement numérique innovant et responsable au niveau international.

De plus, tel que discuté à la section *Les organismes de financement de la recherche collaborative*, nous suggérons la recommandation suivante sur le financement de la recherche collaborative.

Recommandation #2

Compte tenu de l'écosystème existant des programmes de subvention pour la recherche collaborative, **les programmes de financement des RSRI et, plus globalement du MEI, doivent être actualisés pour bien identifier leur positionnement**, pour simplifier les règles des montants accessibles et accélérer leur prise de décision. Comme au CRSNG, la combinaison des PSO avec des stages Mitacs ne doit pas être pénalisée, mais encouragée. Les demandes pour tous les programmes des RSRI devraient être en continu sans date de tombée pour ne pas retarder la mise en route des projets des entreprises.

Augmenter la productivité des organisations et des entreprises

Les freins à l'investissement numérique au Québec comme dans le monde sont bien documentés. Les entreprises et les organisations ont besoin d'être accompagnées dans le montage de projet afin de dérisquer leur investissement dans leurs efforts d'augmentation de leur productivité. **Une façon d'accompagner et de dérisquer cet investissement est la réalisation de projets de recherche collaborative avec les meilleur.e.s expert.e.s universitaires de leur domaine.** De plus, si la réalisation de cette recherche collaborative se fait par des étudiant.e.s/stagiaires de cycles supérieurs, les entreprises solutionnent en partie le problème du recrutement de la main d'œuvre qualifiée tout en offrant une expérience industrielle bénéfique aux étudiant.e.s.

Selon le Réseau des sociétés d'accélération du transfert des technologies (SATT) en France, la majorité des transferts de la PI issues de la recherche publique (75% à 80%) va vers des entreprises établies et 20 à 25% vont vers des jeunes pousses. L'expérience d'IVADO offre des statistiques similaires spécifiquement en IN avec 85% en transfert en entreprises établies et 15% en création de start-ups et d'entreprises dérivées. Par contre, comme mentionné dans un mémoire d'Aligo, le taux de succès des transferts des inventions universitaires vers l'industrie⁷ est faible.

Comment augmenter le taux de succès du transfert de l'invention universitaire à l'innovation industrielle? Selon nous, la réponse passe par la recherche collaborative entre les universités et l'industrie.

Le potentiel de la valorisation de la recherche universitaire est immense mais sous-exploité en dépit des sommes d'argent déployées par nos gouvernements pour aider les entreprises à se moderniser et à se numériser. Nos sociétés de valorisation de la recherche universitaire

⁷ Stratégie d'optimisation des retombées économiques associées à la commercialisation de la propriété intellectuelle libre des droits de tiers issue de la recherche publique québécoise, Mémoire d'Aligo, 20 janvier 2020.

maintenant regroupées sous un unique chapiteau nommé Axelys aide à relever les défis de nature technico-commerciale, légale, de financement de maturation, de PI et de cessions de licences. Toutefois, la majorité des autres organismes d'aide aux entreprises offrent des services de sensibilisation et de vulgarisation des nouvelles technologies. Peu d'organismes aident à identifier et à relever les défis de nature scientifique, technique, de montage de propositions, de gestion et de talents en plus de mobiliser le milieu industriel vers l'adoption de nouvelles technologies. **IVADO offre ce service pour l'adoption de l'IN par les entreprises en identifiant les meilleur.e.s expert.e.s académiques et ce, quelle que soit leur université comme le démontre l'exemple de True North Marine.**

True North Marine est une PME dont le siège social est à Montréal et qui possède des bureaux en Grèce, en Chine et en Inde. En termes de part de marché, cette PME est la 3ème au monde.

Les dirigeants de cette organisation souhaitaient apporter une valeur ajoutée à leurs données sur le transport maritime recueillies au fil des ans afin d'optimiser les itinéraires de voyage des navires océaniques en équilibrant le coût, la consommation de carburant et les émissions de CO₂, en tenant compte de la météo, des conditions de navigation et les risques associés à l'acheminement. Après avoir contacté IVADO, rapidement le conseiller d'IVADO a pris en charge la mise en place d'un projet de grande envergure impliquant **trois professeurs de trois universités différentes : HEC Montréal, l'Université Laval et l'UQTR**. L'entreprise a investi 85 000 \$ dans la recherche collaborative malgré sa taille relativement petite (24 employé.e.s) et a bénéficié de 200 000 \$ de financement pour la recherche.

Recommandation #3

Afin de stimuler et faire naître plus rapidement les collaborations entre les ressources universitaires et les différents milieux preneurs, nous recommandons de financer une organisation vouée à identifier et à relever les défis des ressources académiques de nature scientifique, technique, de gestion et de talents en plus de mobiliser le milieu industriel vers l'adoption de nouvelles technologies. Ce travail nécessite l'emploi de conseiller.ère.s avec une expertise technique et scientifique avancée connectée aux expertises académiques ainsi qu'une connaissance des enjeux d'affaires selon un modèle semblable à celui développé par IVADO.

Un autre frein de l'adoption des nouvelles technologies en IN est la méconnaissance des dirigeant.e.s et des gestionnaires de l'apport de ces nouvelles technologies et du ROI qu'elles

offrent. Il est donc important de continuer de sensibiliser les décideurs et les travailleurs sur le fonctionnement de ces technologies et sur leurs avantages.

Il existe actuellement une panoplie d'offres de sensibilisation en transformation numérique. Plusieurs officier.ère.es de plusieurs organisations de l'écosystème offrent leurs services. Ces officier.ère.s offrent généralement une bonne expertise en finances et bénéficieraient d'une formation technique spécifiquement en IN et d'un rapprochement avec les conseiller.ère.s d'IVADO afin de répondre aux nombreuses questions techniques des entreprises sur l'optimisation des processus, l'ordonnancement des opérations. De plus, rares sont ces officier.ère.s qui ont une connaissance de l'expertise universitaire. Toutefois, nous affirmons que notre offre se distingue au niveau scientifique et technologique en IN du fait qu'elle est produite et offerte par les expert.e.s en la matière tout en étant dédiée aux gens de l'industrie. Nous aimerions aussi bonifier cette offre vers la relève notamment aux étudiant.e.s du secondaire et du collégial.

Recommandation #4

Qu'on accorde à IVADO les moyens de **bonifier son offre de formation** technique auprès des officier.ère.s de transformation numérique des organismes de soutien de l'écosystème tout en l'augmentant pour la relève notamment au niveau secondaire et collégial.

Démarrer des entreprises provenant de la recherche universitaire

Il y a un grand nombre d'incubateurs/accélérateurs au service des jeunes pousses qui se sont regroupés au sein du Mouvement des accélérateurs d'innovation du Québec (MAIN). IVADO travaille à s'assurer que ces jeunes pousses aient accès aux ressources et conseils d'expert.e.s qui se retrouvent dans le milieu académique pour leur permettre d'incorporer dans leurs produits les avancées technologiques appropriées.

De plus, depuis 2018, IVADO a créé **le programme [Postdoc entrepreneur.e](#)** visant à compléter la réalisation d'un prototype commercialisable de la recherche effectuée au doctorat et d'en faire une preuve de concept, tout en suivant des formations en création d'entreprise. En seulement trois ans, ce programme a fait ses preuves et les six entreprises ainsi créées sont toujours en activité et les premières graduées ont réussi à lever des fonds substantiels grâce à une technologie plus mature et plus disruptive lorsqu'elle arrive sur le marché. **Dans un objectif de pérennité du programme et dans le but d'en créer davantage, Axelys pourrait jouer un rôle central dans ce sens, en créant un programme similaire à partir de ses fonds d'amorçage et pour lequel IVADO agirait comme maître d'œuvre dans la sélection des projets en IN** et mettrait à la disposition de ses nouvelles entreprises, ses formations, la recherche de stagiaires et faciliterait aussi la recherche collaborative avec l'écosystème IN.

L'écosystème en IN : de sa consolidation vers un institut québécois

La contribution des entreprises numériques et transformées par les données dans le PIB mondial devrait passer de 12 000 milliards de dollars à 50 000 milliards au cours des quatre prochaines années⁸. C'est sans compter l'apport sur la croissance du PIB des entreprises manufacturières et commerciales qui adoptent une stratégie de transition numérique qui stimulera sa productivité et sa croissance économique.

Le gouvernement finance beaucoup d'organismes dont les activités vont de l'évangélisation du numérique, à la formation, au financement de la recherche-développement en passant par le mentorat. **Les industries sont éblouies par cette offre qui ne répond malheureusement que partiellement à leurs besoins.** La très grande majorité de ces organismes de soutien ont très peu de personnel et n'arrive pas à répondre à la mise à l'échelle pour toutes les entreprises de la transformation numérique.

Dans son rapport, la FCCQ a exprimé que les freins à l'investissement en numérique des entreprises sont au nombre de cinq : les données, l'humain (le talent), la culture, les finances et la technique. **De ces cinq freins, trois nécessitent une expertise technique et scientifique que peu d'organismes de support offrent actuellement (données, talent, technique).**

Recommandation #5

Afin d'atténuer les freins à l'innovation et d'amoindrir la confusion de l'offre chez les industriels, d'éviter la cotisation à répétition et d'augmenter la visibilité à l'international, il faut réduire ou **consolider les organismes** de soutien à l'innovation en IN avec des mandats clairs non redondants. Cette réduction ou consolidation pourrait se faire en fonction des impacts de ces organisations sur la chaîne complète d'innovation.

Compte tenu des différents acteurs de l'écosystème d'innovation en IN qui opèrent chacun dans leur sphère d'activité, un organisme neutre et indépendant d'intermédiation est essentiel pour faire le pont entre les universitaires, le monde industriel et les organismes de financement et pour répondre aux freins de la transformation numérique de nos organisations.

Que cet organisme soit pourvu de moyens financiers adéquats pour ses propres opérations et aussi de moyens de financement pour venir en aide aux entreprises qui collaboreront avec les universités dans le cadre de projets de recherche collaborative et qu'ils puissent mettre en œuvre de grands projets fédérateurs pour et avec l'industrie comme cela se fait à Singapour (AI

⁸ IDC FutureScape : Worldwide IT Industry 2020 Predictions, October 2019.

Singapore) et en Écosse (The Data Lab). **Cet organisme regrouperait plusieurs organismes existants et permettrait en plus une visibilité encore accrue au niveau international.** Il ne devrait pas avoir comme mission de faire lui-même de la recherche et du développement, car selon nous, les meilleurs endroits pour mener des activités de recherche et développement sont dans les centres de recherche universitaires, collégiaux et publiques.

Recommandation #6

Une solution qui englobe nos recommandations est **la création d'un organisme national d'intelligence numérique s'inspirant des mandats des organismes tels qu'IVADO, AI Singapore et The Data Lab.** Cet organisme offrirait des solutions aux freins perçus à la transition numérique par les entreprises québécoises ou des organismes à visée sociale et favoriserait la mise à l'échelle de la transformation numérique. Il aurait des moyens de financement pour la recherche collaborative et aussi des moyens de financement pour la mise en œuvre de grands projets fédérateurs pour et avec les milieux preneurs.

La mission principale de cet organisme panquébécois serait d'être l'interface du milieu académique et des organisations mobilisant la connaissance en IN en vue de son adoption par la société notamment les entreprises, les organismes à vocation sociale et les agences gouvernementales. La finalité de sa mission serait la création de valeur sociétale, technologique, scientifique et économique. Son soutien à l'innovation se ferait par l'utilisation de son réseau pour trouver la meilleure correspondance entre les besoins de l'entreprise ou d'une organisation et les expertises universitaires, collégiales et de centres de recherche. Il faciliterait les partenariats individuels ainsi que les collaborations multipartites. La présence de conseiller.ère.s neutres et indépendant.e.s de cet organisme avec leur expertise technique et scientifique avancée connectée aux expertises académiques ainsi qu'une connaissance des enjeux d'affaires ou sociétaux facilitera la recherche d'expertise, conseillera et assistera la définition et la gestion du projet.

Cet organisme aiderait à accéder à des sources de financement externe voire même financer lui-même certains coûts de la recherche collaborative, notamment son amorçage. Son soutien à l'innovation passerait aussi par son volet Formation qui irait de la sensibilisation, à la création de cours en ligne et de webinaires pour les étudiant.e.s du secondaire jusqu'aux décideur.euse.s industriel.le.s, à la formation pratique des étudiant.e.s dans un contexte industriel à l'aide de stages et par la création de programmes techniques et de maîtrise professionnelle avec stages industriels, à la connexion des entreprises et organisations avec un bassin de talents en matière de données et à l'offre de bourses de recherche et aussi de bourses visant la création d'un prototype commercialisable de la recherche et d'une start-up. Son soutien à l'innovation consisterait aussi à relever les défis majeurs qui affectent l'économie et la société en promouvant des idées et des applications audacieuses notamment en organisant de Grands Projets dans les domaines pertinents pour la société comme la santé, l'environnement, l'éducation, la justice, la démocratie ou autres.

