



**Pérenniser l'écosystème québécois de l'IA
Accélérer la cadence**

Mémoire du Forum IA Québec

soumis dans le cadre des consultations
entourant l'élaboration de la prochaine
Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation

15 mai 2021

Pérenniser l'écosystème québécois de l'IA

Accélérer la cadence

Le Forum IA Québec

Soutenu financièrement par le ministère de l'Économie et de l'Innovation, le Forum IA Québec a pour mission de faire de l'IA un levier de développement économique et social pour le Québec. Le Forum poursuit cet objectif:

- en assurant la concertation des acteurs du milieu et leur mobilisation autour de projets communs
- en menant des activités de vigie et de réflexion stratégique
- en favorisant le rayonnement de l'écosystème au Québec, au Canada et à l'étranger

Le Forum appuie également les acteurs gouvernementaux dans leurs efforts d'adoption de l'intelligence artificielle de manière éthique et socialement responsable, et dans l'élaboration de politiques visant à soutenir le secteur.

Pérenniser l'écosystème québécois de l'IA

Accélérer la cadence

Table des matières

Recommandations.....	4
Importance de l'IA pour le développement économique et social du Québec	6
A) Former la main-d'œuvre dont les acteurs québécois de l'IA ont besoin.....	10
B) Soutenir la recherche fondamentale en IA	15
C) Soutenir l'adoption de l'IA dans l'ensemble des industries.....	18
D) Appuyer les entreprises conceptrices de solutions d'IA	24
E) Accroître la puissance de calcul	26
F) Favoriser l'accès aux données.....	27
G) Développer et déployer l'IA de manière éthique et responsable	29
H) Tirer pleinement profit du dynamisme de l'écosystème	31
Liste des organisations consultées par le Forum IA Québec	33

Pérenniser l'écosystème québécois de l'IA

Accélérer la cadence

Recommandations

A) Former la main-d'œuvre dont les acteurs québécois de l'IA ont besoin

1. Pérenniser les investissements réalisés dans les centres ou les réseaux de recherche de pointe qui jouent un rôle primordial dans la formation du personnel hautement qualifié en IA dont le Québec aura besoin
2. Prioriser la création de nouvelles avenues de formation des ressources techniques en IA, des gestionnaires, et des professionnels et travailleurs des secteurs utilisateurs de l'IA
3. Appuyer la préparation d'études sur les impacts de l'IA sur divers métiers et diverses professions pour accélérer la transformation des programmes de formation offerts aux étudiants de l'ensemble des secteurs d'activité
4. Créer de 20 à 30 chaires sectorielles d'excellence sur les applications de l'IA dans des secteurs québécois de pointe

B) Soutenir la recherche fondamentale

1. Assurer la croissance marquée et soutenue, à court et à long terme, des investissements réalisés ces dernières années pour appuyer la recherche fondamentale en IA et le transfert des résultats de cette recherche vers les organisations dans un contexte mondial extrêmement concurrentiel
2. Proposer et financer la création de grands projets fédérateurs, qu'ils visent des enjeux technologiques à portée économique ou sociétale

C) Soutenir l'adoption de l'IA dans l'ensemble des industries

1. Soutenir la mise sur pied d'un programme ou processus cohérent d'accompagnement des organisations qui souhaitent, dans tous les secteurs d'activité, recourir à l'IA pour devenir plus efficaces et concurrentielles
2. Favoriser la concertation de l'ensemble des acteurs d'une même région autour d'un défi auquel ce milieu fait face et que la mise en commun de données et l'IA permettraient de relever

D) Appuyer les entreprises conceptrices de solutions d'IA

1. Reconduire le financement accordé aux incubateurs et accélérateurs spécialisés en IA
2. Établir des mécanismes pour aider les jeunes pousses en IA à faire affaire plus facilement avec les ministères et les organismes du gouvernement du Québec et les sociétés d'État
3. Encourager davantage les projets en IA des grandes entreprises québécoises qui font appel à de jeunes pousses ou PME québécoises

E) Favoriser l'accroissement de la puissance de calcul

1. Veiller à ce que Calcul Québec ait accès à sa juste part des investissements réalisés récemment par le gouvernement fédéral pour accroître la puissance de calcul mise à la disposition des organisations
2. Investir directement dans l'augmentation des capacités de calcul mises à la disposition des professeurs et des scientifiques du Québec
3. Assurer que les entreprises, particulièrement les PME, puissent recevoir des services d'accompagnement variés, et à coût raisonnable, des organisations offrant des services de calcul

F) Améliorer l'accès des organisations aux données

1. Veiller à ce que les organisations aient accès à du soutien pour assurer la collecte et le traitement efficaces de leurs données
2. Appuyer la réalisation de projets de recherche et de recherche-action intersectoriels et multipartenaires sur la question des données
3. Investir dans des projets structurants de collecte et d'accès aux données

G) Veiller à ce que le développement et le déploiement de l'IA se fassent de façon éthique et responsable

1. Assurer le maintien de la capacité des centres et des réseaux de recherche en IA à poursuivre les travaux qui favorisent la production et le déploiement de l'IA de manière éthique et responsable
2. Adopter des standards et des normes élevés, pour l'administration publique et le secteur privé, en matière de conception et de diffusion de l'IA

H) Tirer pleinement profit du dynamisme de l'écosystème

1. Reconduire le financement du Forum IA Québec pour que ce dernier continue sans interruption de jouer son rôle de catalyseur de l'écosystème en IA

Pérenniser l'écosystème québécois de l'IA

Accélérer la cadence

Importance de l'IA pour le développement économique et social du Québec

Dans son dernier rapport sur la productivité au Québec, le Centre sur la productivité et la prospérité de HEC Montréal notait qu'en 2019, un écart de 12 000 \$ par habitant séparait le revenu des Québécois de celui des résidents des pays de l'OCDE20. C'est donc dire, notait le Centre, que ces derniers généraient l'an dernier 22 % plus de richesse par habitant que le Québec, alors qu'il y a 40 ans, le Québec « talonnait cette moyenne¹ ».

Relevé il y a déjà deux décennies, le problème de productivité qui explique cet écart « ne semble pas en voie de s'estomper alors que son origine a pourtant été clairement identifiée : les entreprises québécoises investissent peu, elles ont une plus faible propension à l'innovation, et plusieurs d'entre elles misent sur la faiblesse relative de la devise canadienne pour assurer leur compétitivité². »

Définition de l'intelligence artificielle (IA)

L'expression « IA » est utilisée dans ce document pour décrire des machines ou des programmes qui sont capables d'exhiber des comportements que l'on attribue généralement aux êtres humains, comme apprendre, comprendre des langues comme le français ou l'anglais, ou résoudre des problèmes complexes. Les techniques d'apprentissage automatique, les avancées en recherche opérationnelle (une discipline qui vise le développement de modèles mathématiques conceptuels pour optimiser la prise de décisions) et l'explosion de la puissance de calcul mise à la disposition des chercheurs ont récemment permis de réaliser des percées remarquables en IA. Ces percées permettent aux ordinateurs d'améliorer leur capacité à réaliser des tâches sans qu'un humain les ait explicitement programmés pour ce faire. Par exemple, elles ont permis la conception de traducteurs automatiques performants ; de logiciels de reconnaissance d'images capables de repérer un cancer de la peau avec la précision d'un médecin ; de robots qui répondent à des commandes vocales ; de véhicules autonomes ; d'applications en mesure de prédire combien coûtera un billet Montréal-Paris dans trois mois ; et de débusqueurs automatiques de messages Facebook haineux.

¹ Voir <https://cpp.hec.ca/wp-content/uploads/2020/12/PP-2020-01.pdf>.

² Voir <https://cpp.hec.ca/performance-des-pme-quebecoises-perspectives-sur-la-formation-des-dirigeants/>.

Le virage numérique des organisations de l'ensemble du Québec constituera l'une des principales clés de l'amélioration future de leur productivité et, donc, de l'amélioration du niveau de richesse des Québécois. Et ce virage numérique reposera de plus en plus, ces prochaines années, sur le recours à l'IA.

En effet, le recours à l'IA permettra aux organisations québécoises de créer de nouveaux produits ou services (p. ex. : de commercialiser des systèmes capables de repérer des cellules cancéreuses dans une image), d'améliorer leurs processus (p. ex. : de recourir aux robots et aux algorithmes pour préparer l'expédition de colis) ou, carrément, de lancer de nouveaux modèles d'affaires (p. ex. : un service de livraison automatique de vêtements basé sur le recours à des outils de prédiction des goûts et besoins des clients)³.

Au final, ces améliorations permettront d'augmenter la productivité des organisations québécoises et, donc, le niveau de richesse des Québécois.

Les effets de l'IA sur l'innovation et la productivité

Différentes études prédisent que l'IA aura des effets marqués sur la productivité des nations et la capacité de leurs organisations à innover et à se donner un avantage concurrentiel sur les marchés.

Brynjolfsson, Rock et Syverson rapportent ainsi que « les effets économiques les plus importants de l'IA, de l'apprentissage automatique et des nouvelles technologies qui leur sont associées découlent du fait qu'ils possèdent les caractéristiques des technologies à usage général (TPG) [comme] la machine à vapeur, l'électricité, le moteur à combustion interne et les ordinateurs⁴ », des outils dont la caractéristique principale est qu'ils permettent d'augmenter la productivité directement, et, aussi, de générer des innovations complémentaires qui favorisent à leur tour une hausse de cette productivité⁵.

Le National Intelligence Council, qui réunit l'ensemble des agences américaines chargées d'assurer la sécurité des États-Unis, et qui produit chaque quatre ans un rapport de prévisions à long terme, écrivait pour sa part récemment que « d'ici 2040, la convergence croissante des technologies comme l'IA, les télécommunications à haut débit et les biotechnologies sera renforcée par une meilleure compréhension des sciences sociales et comportementales, ce qui permettra des percées rapides et des applications personnalisées

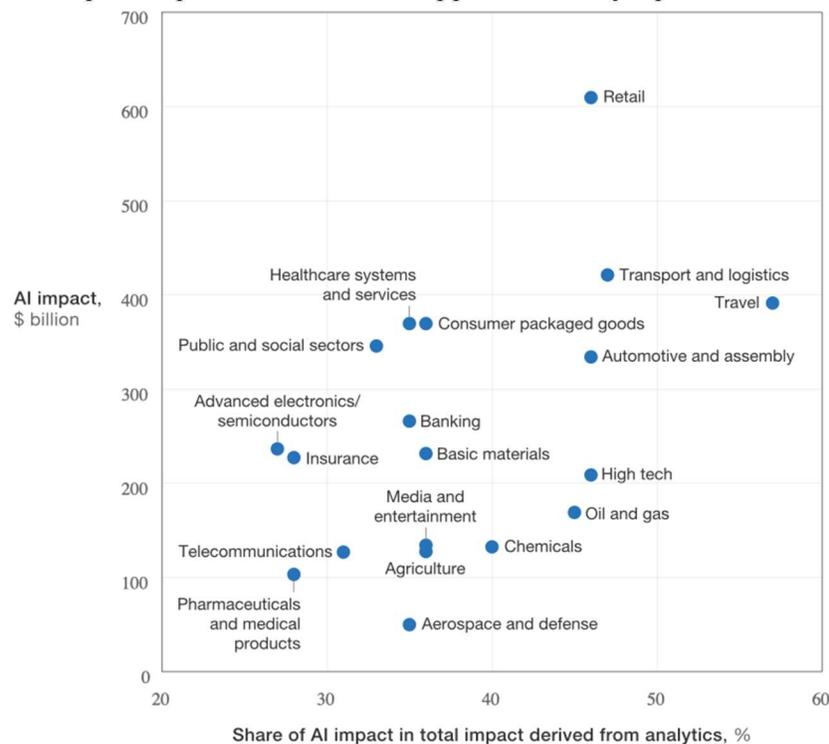
³ Voir <https://www.getsmarter.com/blog/career-advice/mits-erik-brynjolfsson-on-the-impact-of-ai/>.

⁴ Traduction de : "the more important economics effects of AI, machine learning, and associated new technologies stem from the fact that they embody the characteristics of general purpose technologies (GPTs) [like the] steam engine, electricity, the internal combustion engine, and computers".

⁵ Voir http://governance40.com/wp-content/uploads/2018/12/Brynjolfsson_Rock_Syverson.pdf.

qui seront bien plus que la somme de leurs parties. Ensemble, ces plateformes technologiques pourront servir de base à la réalisation d'innovations rapides tout en réduisant les obstacles à l'entrée sur le marché⁶. »

Il est évidemment difficile de prédire les effets économiques précis que l'IA aura dans un secteur, mais il est clair que ces impacts seront marqués. Par exemple, McKinsey⁷ montre dans le schéma ci-dessous que l'IA générera une valeur particulièrement élevée, à l'échelle mondiale, dans des domaines comme la vente de détail, la santé, les transports ou la fabrication de produits de consommation. En fait, ce schéma révèle que sans l'IA, de nombreuses industries seront incapables d'exploiter le plein potentiel des données dont elles disposent (par exemple, près de 60 % des gains de 400 milliards de dollars américains que les entreprises du secteur du voyage réaliseront en traitant leurs données seront imputables à l'IA plutôt qu'au recours à des approches analytiques conventionnelles).



⁶ Voir https://www.odni.gov/files/ODNI/documents/assessments/GlobalTrends_2040.pdf. Traduction de : “by 2040, the increasing convergence of technologies, such as artificial intelligence (AI), high-speed telecommunications, and biotechnology, will be augmented by increased understanding of the social and behavioral sciences to enable rapid breakthroughs and user customized applications that are far more than the sum of their parts. Taken together, these technology platforms can then provide a foundation for rapid innovation while lowering the barriers to market entrance.”

⁷ Voir <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-applications-and-value-of-deep-learning>.

Comme le mentionne le National Intelligence Council, « l'IA de pointe, la biotechnologie et la prise de décision basée sur les données offriront aux États toute une série d'avantages pour la croissance économique, la fabrication, les soins de santé et la résilience de la société. Avec ces technologies, les États et les acteurs non étatiques auront avantage à agir en précurseurs, ce qui leur permettra d'influencer les opinions et les décisions des populations, d'obtenir des avantages informationnels sur leurs concurrents et de mieux se préparer aux chocs futurs⁸ ».

Mais il faudra continuer d'investir massivement pour assurer que nos organisations, des plus grandes aux plus petites, soient en mesure de prendre le virage de l'IA et, donc, de suivre le rythme effréné d'apparition de nouvelles données⁹. Il faudra consolider les gains réalisés ces dernières années pour faire en sorte que le Québec tout entier soit capable, à moyen et long terme, de se servir de l'IA comme d'un levier de développement économique et social lui permettant d'offrir une meilleure qualité de vie à l'ensemble des Québécois.

Les investissements consentis pour soutenir l'essor de l'IA au Québec devront prendre différentes formes pour rapporter les fruits escomptés. Ainsi, comme ce mémoire le montre, il faudra *simultanément* (et non pas séquentiellement) continuer de :

- A) Former la main-d'œuvre dont les acteurs québécois de l'IA ont besoin
- B) Soutenir la recherche fondamentale
- C) Soutenir l'adoption de l'IA dans l'ensemble des industries
- D) Appuyer les entreprises conceptrices de solutions d'IA
- E) Favoriser l'accroissement de la puissance de calcul
- F) Améliorer l'accès des organisations aux données
- G) Veiller à ce que le développement et le déploiement de l'IA se fassent de façon éthique et responsable
- H) Tirer profit du dynamisme de l'écosystème

⁸ Voir https://www.odni.gov/files/ODNI/documents/assessments/GlobalTrends_2040.pdf. Traduction de : “cutting edge AI, biotechnology, and data-driven decision-making will provide states with a range of advantages for economic growth, manufacturing, healthcare, and societal resiliency. With these technologies, there will be a first mover advantage, enabling states and nonstate actors to shape the views and decision-making of populations, to gain information advantages over competitors, and to better prepare for future shocks”.

⁹ Le risque est grand que les grandes entreprises profitent de la montée de l'IA pour améliorer considérablement, et peut-être irréversiblement, leur avantage concurrentiel sur les marchés mondiaux par rapport aux entreprises plus petites. Comme le notent Brynjolfsson et autres dans une étude récente (2021), « cela peut en fait être dû à l'IA elle-même, car une grande partie des technologies les plus récentes dépendent d'effets d'échelle pour être utiles. Par exemple, les principales manifestations de l'apprentissage automatique et de l'IA reposent sur la disponibilité de grandes quantités de données alors que les petites entreprises peuvent ne pas disposer des masses de données nécessaires à l'adoption efficace de ces technologies. Cela pourrait créer une boucle de rétroaction positive et donner naissance à des entreprises "superstars", les grandes entreprises réalisant des gains d'efficacité en adoptant et en perfectionnant les dernières technologies, ce qui les rend plus grandes et rend la technologie encore plus productive [pour elles] ». Traduction de : “this may actually be driven by [AI] itself, as much of the latest technology relies on scale effects to be useful. For instance, leading manifestations of machine learning and artificial intelligence benefit from larger amounts of data and smaller firms may be unable to provide the necessary data where adopting these technologies proves efficient. This could create a positive feedback loop creating “superstar” firms as large firms reap efficiency gains from adopting and refining the latest technologies, which in turn, makes them larger and making the technology even more productive [for them]”. Voir à ce sujet, https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28290/w28290.pdf.

En résumé, le Québec prépare aujourd’hui son avenir économique pour les 50 prochaines années.

Tout comme les investissements majeurs qu’il a faits dans le secteur hydroélectrique dans les années 1960 et 1970 sous-tendent aujourd’hui une forte partie de son essor économique¹⁰, les investissements qu’il réalisera ces prochaines années pour assurer le développement et l’appropriation responsables de l’IA au Québec contribueront au renforcement de sa productivité, et, donc, de son niveau de vie, pendant les décennies à venir.

Cent fois sur le métier...

La consolidation de l’écosystème passera par l’injection *simultanée* de ressources pour la réalisation de recherches fondamentales, le transfert de connaissances vers les organisations productrices d’IA, l’appui aux entreprises utilisatrices, la sensibilisation des experts à l’adoption de pratiques de conception et de déploiement responsables, etc. Ces actions devront être menées *de front, plutôt que séquentiellement*, pour améliorer l’avantage concurrentiel du Québec en IA puisque les facteurs sur lesquels reposera cet avantage sont fortement interreliés.

En outre, ce n’est pas parce que le Québec a fortement investi en recherche fondamentale ces dernières années qu’il lui serait désormais possible de considérer cette case comme cochée et de passer à ce qui serait une nouvelle étape du développement de l’écosystème en IA, par exemple celle de l’appui à l’appropriation de cette technologie par les entreprises. En effet, dans un contexte de concurrence extrême comme celui que l’on connaît, le travail réalisé pour solidifier une composante particulière de l’écosystème québécois ne prendra jamais fin. Le ralentir aurait des effets fortement négatifs sur la capacité du Québec à se maintenir en tête de peloton (voir notamment à ce sujet la section « Soutenir la recherche fondamentale »).

A) Former la main-d’œuvre dont les acteurs québécois de l’IA ont besoin

Main-d’œuvre technique

Une enquête menée en 2020 par l’AI Index de l’Université Stanford suggère que la concurrence mondiale en matière de formation technique en IA s’est intensifiée ces quatre dernières années et que les meilleures universités du monde ont fortement augmenté leurs investissements dans l’enseignement de l’IA. Selon l’Index IA, le nombre de cours offert aux étudiants pour leur

¹⁰ Voir notamment http://fccq.ca/pdf/publications/2009/Vision_economique_FR.pdf.

transmettre les compétences nécessaires à la construction et au déploiement de modèles d'IA pratiques a ainsi augmenté de 103 % au premier cycle et 42 % au deuxième cycle depuis 2016¹¹.

Ces dernières années, les acteurs québécois de l'écosystème ont aussi accéléré la formation de personnes capables de créer les outils de l'IA.

Par exemple, le financement reçu par Mila a permis à ce centre de recherche de former plus de 500 étudiants du niveau de la maîtrise, du doctorat, du postdoctorat, de la maîtrise professionnelle ou du diplôme d'études supérieures spécialisées en 2019-2020, en plus de rendre possible l'atteinte de 15 000 personnes avec des cours et des séminaires variés. IVADO a produit une série de cours en ligne ouverts massifs sur l'intelligence numérique qui devraient joindre 160 000 étudiants uniques d'ici 2023, alors que plus de 1000 personnes ont fréquenté ses écoles d'été et d'hiver à ce jour. Depuis sa création en 2017, Scale AI a référencé l'ensemble des formations en IA offertes par les écoles de formation continue (dans les universités et les collèges) au Québec. De plus, en finançant ces formations à la hauteur de 50 %, Scale AI et le ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale (MTESS) accompagneront 20 000 personnes dans leur apprentissage de l'IA d'ici 2023. L'Institut intelligence et données (IID) de l'Université Laval a pour sa part lancé une maîtrise professionnelle en informatique-IA qui permet de former de 25 à 30 étudiants par année. Un nombre croissant d'étudiants collégiaux suivent enfin des formations qui incluent maintenant des cours en IA ou des cours connexes à cette discipline.

Malgré cela, le Québec manque actuellement de spécialistes en IA de toutes sortes. Une étude de 2021 de TechnoCompétences a ainsi montré qu'il est « très complexe » pour les organisations de pourvoir les postes de chercheurs en IA appliquée, de scientifiques de données, d'ingénieurs de données et d'architectes de solutions en IA, tandis qu'il est « modérément complexe » de pourvoir ceux d'ingénieurs en apprentissage automatique (ou développeurs IA), d'analystes de données et d'analystes en intelligence d'affaires¹². Les recruteurs estiment aussi que dans les trois années à venir, il faudra former de nombreuses nouvelles ressources pour occuper des postes en émergence comme ceux de traducteurs de l'analyse de données, de spécialistes en interaction personne-machine et de responsables de la maintenance de solutions d'IA.

Il faudra adopter des programmes structurés et des approches rigoureuses pour que le Québec soit en mesure, ces prochaines années, de former l'ensemble des acteurs techniques du développement et du déploiement de produits et de services en IA dont il a besoin.

D'abord et avant tout, **le gouvernement du Québec devrait pérenniser les investissements qu'il a réalisés dans les centres ou les réseaux de recherche de pointe comme Mila, IVADO, Scale AI ou l'IID**, lesquels jouent notamment un rôle primordial dans la formation de personnel hautement qualifié en IA dont le Québec aura besoin pour instruire la relève universitaire dans ce

¹¹ Voir <https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2021/03/2021-AI-Index-Report-Chapter-4.pdf>.

¹² Voir TECHNOCompétences (2021), *Profil de main-d'œuvre en intelligence artificielle, science des données et mégadonnées au Québec*, Montréal, publication à venir.

domaine, de même que dans celle des diplômés qui seront appelés à enseigner dans les collèges ou, le plus souvent, à soutenir le développement et le déploiement de l'IA dans les différents secteurs d'activité du Québec. En particulier, la création accélérée de nouvelles chaires en IA aurait des effets positifs sur la capacité des établissements postsecondaires et des centres et réseaux qui leur sont affiliés à attirer et former davantage d'étudiants.

Mais l'action des Mila ou autres en matière de formation ne suffira pas, et **le gouvernement du Québec et les acteurs du monde de la formation devraient rapidement prioriser la création de nouvelles avenues de formation des ressources techniques en IA dont les organisations ont besoin**. Comme le montrent les résultats préliminaires d'une étude récente commandée par le Forum IA Québec et le Pôle montréalais d'enseignement supérieur en IA (PIA) au CIRANO, ces avenues pourront inclure l'accélération du développement de programmes de formation pour la mise à niveau et le rehaussement des compétences techniques en IA de Québécois disposant déjà de compétences dans un autre secteur (par exemple, des programmes d'un an requérant, pour être admis, un diplôme universitaire en informatique, en génie ou en médecine). Elles pourront aussi inclure la création ou l'adaptation d'un cours massif en ligne, en français, pour augmenter le niveau de littératie technique des Québécois en IA et assurer la reconnaissance des acquis de ces derniers.

Enfin, **le gouvernement devrait augmenter la valeur des bourses offertes aux étudiants des cycles supérieurs**, bourses dont la valeur est demeurée fondamentalement inchangée ces 10 dernières années. Une telle mesure aurait pour effet d'amener plus de jeunes, en particulier, à poursuivre des études de deuxième ou de troisième cycle dans les nombreux secteurs de l'IA.

Gestionnaires

Cela dit, le virage du Québec vers l'IA passera aussi par la formation d'autres travailleurs qui n'ont pas toujours les connaissances requises pour exploiter les avancées réalisées en IA et dans les secteurs connexes à l'IA. Il passera particulièrement par la formation des gestionnaires québécois, particulièrement ceux issus de certains secteurs. Cette question est cruciale pour deux raisons.

Premièrement, les recherches ont montré qu'une technologie transversale comme l'IA (ou comme l'électricité il y a 100 ans et l'ordinateur de bureau il y a 40 ans) ne rapporte pleinement les bénéfices qu'en attendent ses utilisateurs qu'à la condition que son adoption s'accompagne de changements complémentaires, « d'innovations aux processus d'affaire, aux moyens d'atteindre les clients ou de se connecter aux fournisseurs, aux pratiques internes de l'organisation¹³ ». Il en coûte souvent 10 fois plus, en fait, pour réaliser ces transformations organisationnelles, managériales ou culturelles que pour acquérir au départ les technologies prometteuses qui les

¹³ Voir <https://bit.ly/3hsb5t4>. Traduction de: “innovations in things like business processes, new ways of reaching customers, new ways of connecting to suppliers, internal organization to the company”.

rendent nécessaires¹⁴. Autrement dit, le succès de l'IA sera autant, sinon davantage, une question de gestion qu'un enjeu technique.

Deuxièmement, les recherches ont révélé que la capacité des organisations à mettre en place les pratiques de gestion innovantes et exemplaires dont dépendront leur bonne utilisation des technologies et l'augmentation de leur productivité¹⁵ reposera fortement sur la qualité de la formation reçue par leurs gestionnaires¹⁶. Par exemple, Gagné et autres ont noté que « la propension des entreprises [québécoises] à utiliser des technologies de pointe tendrait à augmenter avec le niveau de formation de leur dirigeant¹⁷ ».

Pour paraphraser Gagné et autres, le gouvernement du Québec devrait donc veiller ces prochaines années à améliorer l'éventail de programmes visant à inciter les organisations (notamment les PME) à investir dans l'IA et innover grâce à l'IA, mais il devrait aussi faire en sorte que ces solutions et programmes soient bien à la portée des organisations en facilitant l'accès de leurs gestionnaires à de la formation et du perfectionnement, et en ciblant les secteurs d'activité où la formation des dirigeants paraît moins forte¹⁸. En d'autres mots, comme l'a recommandé le CIRANO dans la version préliminaire d'un rapport remis au Forum et au PIA, **le gouvernement du Québec devrait s'assurer que les établissements postsecondaires disposent du soutien financier nécessaire pour offrir des formations qualifiantes multidisciplinaires en IA pour les leaders et les gestionnaires, de manière à ce que ceux-ci puissent prendre de meilleures décisions concernant l'utilisation de l'IA.** Il pourrait, pour ce faire, mettre à profit le programme lancé par le MTESS avec Scale AI qui permet de cofinancer de telles formations.

Professionnels et travailleurs des secteurs utilisateurs

McKinsey rapporte dans une étude récente que

l'automatisation croissante modifiera considérablement les profils de compétences des emplois de demain. Cela a des conséquences pour les employeurs comme pour les employés. Les entreprises auront besoin de personnes possédant les compétences adéquates pour développer, gérer et entretenir leurs équipements automatisés et leurs processus numériques, et pour effectuer les tâches que les machines ne peuvent pas accomplir. Les travailleurs auront besoin des compétences qui leur permettront

¹⁴ Voir https://sloanreview.mit.edu/article/it-innovation-brynjolfsson-article/?use_credit=0084ae4bc24c0795d1e6a4f58444d39b.

¹⁵ Voir <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/aer.20170491>, qui relève que : « Les pratiques de gestion sont à l'origine de plus de 20 % de la variation de la productivité, un pourcentage similaire, voire supérieur, à celui de la R&D, des technologies de l'information ou du capital humain. Traduction de : "Management practices account for more than 20 percent of the variation in productivity, a similar, or greater, percentage as that accounted for by R&D, ICT, or human capital." »

¹⁶ Voir <https://cpp.hec.ca/performance-des-pme-quebecoises-perspectives-sur-la-formation-des-dirigeants/>.

¹⁷ « [En fait], à peine plus de 25% des PME dont le dirigeant n'avait pas complété un DES ont affirmé avoir adopté une technologie de pointe au cours des trois années précédant l'enquête, alors que ce serait le cas de près de 60 % des PME dirigées par un bachelier, et de 64 % des PME dirigées par un titulaire de grade de deuxième ou troisième cycles universitaires. Voir <https://cpp.hec.ca/performance-des-pme-quebecoises-perspectives-sur-la-formation-des-dirigeants/>.

¹⁸ Voir <https://cpp.hec.ca/performance-des-pme-quebecoises-perspectives-sur-la-formation-des-dirigeants/>

d'accéder à ces emplois. En Europe et aux États-Unis, par exemple, la demande de compétences physiques et manuelles pour des tâches répétibles et prévisibles devrait diminuer de près de 30 % au cours de la prochaine décennie, tandis que la demande de compétences de base en lecture, écriture et calcul pourrait baisser de 20 %. En revanche, la demande de compétences technologiques (codage et surtout interaction avec des technologies comme l'IA) devrait augmenter de plus de 50 %, et le besoin de compétences cognitives complexes devrait augmenter d'un tiers. La demande de compétences sociales et émotionnelles de haut niveau, telles que la prise d'initiative, le leadership et l'esprit d'entreprise, devrait également augmenter de plus de 30 %¹⁹.

Ceci signifie que ces prochaines années, le gouvernement du Québec devrait investir davantage dans la transformation des programmes de formation offerts aux étudiants de l'ensemble des secteurs d'activité (du génie à la médecine en passant par la foresterie et la sociologie), de manière à assurer la bonne prise en compte, dans ces programmes, des effets que la montée de l'IA aura sur l'ensemble des métiers et des professions.

Ces investissements devraient prendre deux formes. **Le gouvernement du Québec devrait appuyer la production d'études semblables à celles que le PIA et d'autres acteurs, comme l'Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique (OBVIA), ont commencé à mener sur les impacts de l'IA sur divers métiers et diverses professions.** Ce sont en effet les résultats de telles études qui permettront de revoir la formation offerte aux ingénieurs, aux infirmières ou aux publicitaires de demain, des travailleurs qui devront de plus en plus composer avec l'IA dans le cadre de leurs activités. Ce sont aussi les résultats de telles études qui permettront de revoir la manière dont le travail des ouvriers ou des professionnels devrait être encadré. Par exemple, le rapport *Industrie 4,0, l'avenir du travail et des compétences — Renforcer les ressources collectives de l'industrie aérospatiale canadienne*, une coproduction de l'OBVIA, du Centre des compétences futures²⁰ et d'autres acteurs, a montré que les entreprises aéronautiques ne pourront « pas relever seules les défis de l'Industrie 4.0 et du développement des compétences futures. Il importe [ra] d'établir des mécanismes pour favoriser la collaboration et la coordination entre les diverses parties prenantes afin de produire des ressources collectives propices au développement d'une main-d'œuvre qualifiée²¹ » capable d'utiliser l'IA et d'autres technologies.

¹⁹ Voir <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/building-the-vital-skills-for-the-future-of-work-in-operations>. Traduction de : “increasing automation will significantly shift the skill profiles of tomorrow’s jobs. That has implications for employers and employees alike. Companies will need people with the right skills to develop, manage, and maintain their automated equipment and digital processes and to do the jobs that machines cannot. Workers will need the skills that enable them to access employment. In Europe and the United States, for example, demand for physical and manual skills in repeatable and predictable tasks is expected to decline by nearly 30 percent over the next decade, while demand for basic literacy and numeracy skills would fall by almost 20 percent. In contrast, the demand for technological skills (both coding and especially interacting with technology [like AI]) is expected to rise by more than 50 percent, and the need for complex cognitive skills is set to increase by one-third. Demand for high-level social and emotional skills, such as initiative taking, leadership, and entrepreneurship, is also expected to rise by more than 30 percent”.

²⁰ Voir <https://fsc-ccf.ca/fr>.

²¹ Voir <https://www.docdroid.com/YDtvw92/industrie-4-0-l-avenir-du-travail-et-des-competences-pdf#page=6>.

À cause des effets transversaux de l'IA, **le gouvernement du Québec devrait de plus donner suite à une proposition contenue dans la *Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en IA* de 2018 (ci-après, la *Stratégie*), laquelle portait sur la création de 20 à 30 chaires sectorielles d'excellence sur les applications de l'IA dans des secteurs québécois de pointe** comme la santé, la mobilité et la logistique. La mise sur pied de telles chaires aurait un effet positif sur le développement et l'appropriation de l'IA dans ces secteurs, et d'autres, et favoriserait la formation d'une relève universitaire et possiblement collégiale capable de tirer le maximum de l'IA dans les organisations qui l'emploiera²².

B) Soutenir la recherche fondamentale en IA

Selon un rapport récent produit par Accenture pour CIFAR²³, les investissements du gouvernement du Québec et ceux consentis par le gouvernement fédéral dans le cadre de la Stratégie pancanadienne en matière d'IA ont « catalysé [la formation au Québec d'un] écosystème interprovincial qui compte 450 chercheurs spécialisés en apprentissage automatique et a pour mission de devenir un pôle mondial des avancées scientifiques ».

Cet écosystème scientifique est particulièrement dynamique à Montréal, mais il s'étend aussi à l'extérieur de la métropole, notamment dans la région de Québec, où, comme le souligne l'IID dans son mémoire sur la SQRI, est en train d'émerger un « un pôle de recherche de calibre mondial en IA et en science des données appliquées [...] dont le cœur de l'action est lié aux aspects plus fondamentaux de l'IA, de manière à soutenir et accélérer le développement de l'usage de ces technologies dans divers secteurs clés, telles la santé, les sciences pures [...], les communications, la 5G, l'industrie 4.0, l'aérospatial, les ressources naturelles ou encore les infrastructures ».

En recherche fondamentale, le Québec se distingue internationalement par la qualité des travaux en apprentissage automatique menés par les chercheurs rattachés au Mila, ceux en recherche opérationnelle réalisés par les scientifiques affiliés à IVADO et ceux entrepris en diverses disciplines par les acteurs d'autres établissements. À elles seules, l'Université de Montréal (l'UdeM) et l'Université McGill, les deux principaux partenaires universitaires de Mila, ont ainsi publié plus de 600 articles sur l'IA en 2019, une hausse de 40 % par rapport à 2018 ou 2017. En fait, sur le plan du prestige, l'UdeM se classe selon les résultats de Microsoft Academic au 1^{er}, au 2^e et au 3^e rang, respectivement, des universités mondiales dans les créneaux de la recherche de

²² Une autre approche que celle de la création de chaires sectorielles est préconisée par certains acteurs pour favoriser l'intégration de l'IA dans l'ensemble des secteurs industriels. Cette approche pourrait consister à plutôt octroyer aux établissements du financement qui leur permettrait, dans les secteurs d'utilisation de l'IA (p. ex. : la santé, l'agroalimentaire, la gestion des ressources humaines, lutte contre les changements climatiques), de recruter du personnel hautement qualifié en IA (des postdoctorants, des professionnels de recherche, etc.) en mesure de soutenir les professeurs.

²³ Voir <https://api.forum-ia.devbeet.com/app/uploads/2020/12/rapport-devaluation-dimpact-de-la-strategie-pancanadienne-dia.pdf>.

pointe en IA, de la recherche en apprentissage par renforcement et de la recherche en apprentissage profond²⁴.

De son côté, le soutien d'importance accordé par Apogée Canada aux scientifiques rattachés à IVADO, un important réseau rattaché à l'Université de Montréal, Poly Montréal et HEC Montréal, leur a permis de réaliser des projets de recherche fondamentale de tout premier plan, notamment de contribuer à la réalisation de percées majeures dans un domaine prometteur, celui qui se situe à l'intersection de la recherche opérationnelle et de l'apprentissage automatique. Au total, les chercheurs d'IVADO ont mis seulement trois années pour atteindre les cibles de publication qu'ils devaient réaliser en six. Ils ont aussi mené 69 projets de recherche fondamentale d'une valeur totale de 12 millions de dollars et remporté 66 prix et reconnaissances divers²⁵.

Cela dit, le Québec se démarque aussi à l'international par la qualité des liens qui unissent les acteurs de la recherche fondamentale et les organisations de l'écosystème en IA. Par exemple, Mila accueille plus de 70 partenaires industriels dans son écosystème, soutient 39 startups en IA, a coécrit plus de 90 articles avec des collaborateurs industriels au cours de la dernière année et a mené plus de 10 collaborations de recherche appliquée avec l'industrie. IVADO compte de son côté 110 membres industriels animés par le désir de tisser des relations avec le milieu universitaire pour mieux innover en IA. Pour promouvoir les échanges entre le monde de la recherche et de l'industrie, Scale AI a mis sur pied, au coût de 10 millions de dollars d'ici 2023, un programme de chaires de recherche appliquée où les titulaires de chaire ont un rôle à jouer dans l'écosystème. Enfin, la communauté québécoise, « qui est connue pour ses échanges de personnes et d'idées entre les secteurs public et privé », comprend selon le rapport d'Accenture « le plus grand nombre de chercheurs qui travaillent dans des entreprises du secteur privé, comme Joëlle Pineau de Facebook, Simon Lacoste-Julien de Samsung et Doina Precup de DeepMind ».

On ne saurait trop insister sur l'importance de faire de la recherche fondamentale dans le secteur de l'IA.

Premièrement, les algorithmes conçus par les experts en IA le sont toujours en fonction des données particulières dont dispose une organisation (ou un ensemble d'organisations), de manière à répondre aux besoins précis que cherche à combler cette organisation (ou ce collectif d'organisations). Et comme ces données et ces besoins évoluent constamment (par exemple, les données dont disposent les entreprises québécoises et les défis auxquels elles font face ont fortement changé, dans de nombreux cas, depuis le début de la pandémie), un algorithme (contrairement à un comprimé d'Advil, une nouvelle fibre textile ou un matériau de construction) n'est jamais achevé. En fait, les outils de l'IA conçus ici et ailleurs perdent très rapidement de leur valeur quand on ne les fait pas évoluer, quand on ne les améliore pas continuellement en veillant à ce que les dernières approches développées par les scientifiques y soient rapidement intégrées.

²⁴ Voir <https://academic.microsoft.com/institutions/154945302?fullPath=false>.

²⁵ Voir https://ivado.ca/wp-content/uploads/2021/02/IVADO_Rapport_Mi-Mandat_Fev2021.pdf.

Deuxièmement, la capacité qu'a le Québec d'attirer à Montréal et ailleurs les investissements de grandes compagnies étrangères comme Google, Thales ou Samsung (des investissements qui ont dépassé les 500 millions de dollars ces dernières années²⁶) repose essentiellement sur celle des centres de recherche québécois de mener des recherches fondamentales de pointe. Les multinationales cherchent en effet à s'établir près des scientifiques les plus en vue de la planète pour bénéficier d'un accès privilégié aux nouvelles connaissances que ces experts génèrent.

Troisièmement, l'expérience a montré que la forte réputation des acteurs québécois de la recherche en IA a souvent des effets positifs sur les *startups* qui cherchent à investir les marchés étrangers. Ces jeunes pousses peuvent en effet pallier le fait qu'elles soient petites et peu connues en faisant valoir qu'elles ont profité de leur proximité avec Mila et d'autres acteurs de la recherche pour acquérir des connaissances et des compétences de haut niveau.

C'est donc en appuyant à fond la recherche fondamentale en IA et les centres et les réseaux qui la font avancer que le Québec s'assurera de compter parmi les États les mieux en mesure de produire des outils de l'IA qui demeurent toujours à la fine pointe de ce que permet la science et de ce qu'exigent les transformations (de données, de besoins) subies par les organisations utilisatrices. C'est en continuant de financer ses grands instituts et réseaux de recherche fondamentale en IA que le Québec favorisera le lancement d'entreprises capables, à cause de leurs liens étroits avec les penseurs de ces centres et réseaux, d'assurer le maintien et, même, l'amélioration de la qualité de leurs solutions en IA et, de ce fait, l'accroissement de leur compétitivité.

Il importe donc qu'à la suite du gouvernement du Canada, qui a annoncé dans son budget 2021-2022 (avant même la fin des ententes existantes) qu'il affectera 444 millions de dollars sur 10 ans à la Stratégie pancanadienne en matière d'IA, le gouvernement du Québec assure la croissance marquée et soutenue, à court et à long terme, des investissements qu'il a réalisés ces dernières années pour appuyer la recherche fondamentale en IA et le transfert des résultats de cette recherche vers les organisations.

Les accords de financement conclus avec différentes organisations, par exemple Mila ou Scale AI, prennent fin prochainement. Il serait important de les reconduire et, idéalement, bonifier.

Penser « sciences humaines et sociales »

Soutenir la recherche fondamentale en IA signifiera aussi appuyer la recherche de ce genre en sciences humaines et sociales et en santé. Par exemple, l'OBVIA réalise de la recherche fondamentale dans des secteurs comme le droit, l'éthique, le travail ou l'éducation pour mieux comprendre les impacts de l'IA et du numérique. Ce sont ces travaux qui permettront ultimement d'éclairer les organisations québécoises quant aux façons

²⁶ Voir <https://www.montrealinternational.com/fr/secteurs-cles/intelligence-artificielle/>.

d'adopter de bonnes pratiques d'implantation. Ce sont aussi ces travaux qui aiguilleront le gouvernement du Québec au moment où celui-ci cherchera à encadrer le recours à l'IA pour en réduire les effets négatifs.

En plus de continuer de financer la recherche fondamentale de calibre mondial, il serait aussi intéressant que le gouvernement, comme le suggère IVADO dans son mémoire pour la SQRI, « **propose et finance la création de grands projets fédérateurs, qu'ils visent des enjeux technologiques à portée économique ou sociétale**, qui stimuleraient la collaboration entre d'une part les universités-collèges et d'autre part les entreprises ou encore les organismes. » Par exemple, les grands projets fédérateurs appuyés par le gouvernement dans le cadre de concours ou d'autres mécanismes pourraient porter sur des thèmes porteurs comme la lutte aux changements climatiques ou la découverte de nouveaux médicaments.

C) Soutenir l'adoption de l'IA dans l'ensemble des industries

L'appropriation de l'IA est un enjeu majeur pour le Québec, puisque l'utilisation efficace et responsable de cette technologie dans les divers secteurs de l'économie québécoise aura des effets positifs sur la productivité et sur l'innovation (p. ex. : la conception de nouveaux modèles d'affaires, le lancement de produits novateurs ou l'amélioration radicale de processus)²⁷. La collaboration étroite entre les acteurs de l'IA et ceux du manufacturier innovant, de la micro-électronique, de l'optique photonique, de la santé, de la gestion de l'énergie ou de l'aéronautique aura des impacts positifs dans l'ensemble de ces créneaux industriels névralgiques pour différentes régions du Québec. L'importance de l'adoption de l'IA par les organisations explique que le gouvernement du Québec a investi des sommes majeures, ces dernières années, pour la favoriser. À seul titre d'exemple, le ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI) créait en décembre 2020 deux nouveaux programmes pour soutenir les « Projets d'innovation des PME » et des « Projets d'innovation d'envergure », soit des projets « mobilisant l'intelligence artificielle, de l'étape de la planification jusqu'à l'étape de la précommercialisation [...] pour des fins d'amélioration organisationnelle [...] ou pour des fins de vente²⁸ ».

L'importance de l'enjeu de l'appropriation de l'IA explique aussi que différents acteurs de l'écosystème ont lancé des initiatives diverses pour favoriser celle-ci ou, encore, songent à entreprendre des projets en ce sens. Par exemple :

- IVADO mène des activités de transfert (comme des projets de recherche collaboratifs) qui permettent à ses membres industriels d'intégrer « l'intelligence numérique dans le cadre de

²⁷ Voir notamment <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/global-survey-the-state-of-ai-in-2020>.

²⁸ Voir <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/appels-projets/appel-de-projets-dinnovation-en-intelligence-artificielle-recherche-industrielle-en-collaboration-et-soutien-a-lentrepreneuriat/>.

leur stratégie » et de devenir « mieux outillées pour faire face aux enjeux et opportunités du virage numérique en cours²⁹ » ;

- Mila conclut des partenariats stratégiques avec des entreprises québécoises pour susciter la pénétration de l'IA dans des secteurs comme ceux du médicament, de l'énergie propre, et des services de santé ;
- Ivado Labs fournit des services en IA pour les entreprises en accélérant le transfert de la technologie de l'IA du milieu universitaire vers les entreprises, dans le but de créer la prochaine génération d'entreprises axées sur l'IA (l'organisation gère aussi le programme INVEST-AI qui finance jusqu'à 50 % des coûts de développement par les entreprises québécoises de solutions basées sur l'IA³⁰) ;
- Scale AI accélère l'implantation de l'IA dans l'écosystème en aidant les grandes entreprises et les PME à financer des projets concrets d'appropriation, en soutenant l'émergence de fleurons, en appuyant des programmes de recherche appliquée en IA ainsi qu'en soutenant des programmes de développement de la main-d'œuvre ;
- L'École des dirigeants de HEC Montréal offre des formations adaptées aux enjeux transversaux rencontrés par les entreprises. Ces formations permettent une transformation plus rapide des organisations par une intégration efficace de l'IA dans les méthodes de travail, ce qui aide les entreprises à réaliser des gains de productivité ;
- l'OBVIA, en collaboration avec le Forum IA et IVADO, a organisé une série de webinaires pratiques pour favoriser le virage vers l'IA des entreprises agroalimentaires de toutes tailles³¹ ;
- le CDRIN de Matane a entamé un projet pour aider les organisations du secteur de la pêche à mettre en commun les données qui leur permettraient de faire de l'IA³² ;
- TechnoCompétences a entamé une réflexion quant au lancement éventuel d'un vaste programme de sensibilisation à l'IA auquel pourraient prendre part un grand nombre d'entreprises du Québec ;
- Prompt a créé le programme PARTENAR-IA-Entreprise pour appuyer les *startups* et les PME qui souhaitent réaliser un projet d'innovation pour le développement, la commercialisation ou l'adoption de technologies en IA ; et
- le CRIM travaille actuellement à l'élaboration d'un programme qui comprend notamment un volet « Préparation à la réalisation d'un projet à succès [en IA] » dans le cadre duquel une entreprise pourrait passer « 20 heures avec un expert du CRIM pour s'assurer que les données et les méthodes choisies sont adéquates et que les résultats obtenus correspondront aux attentes.³³ »

²⁹ Voir <https://ivado.ca/transfert/>.

³⁰ En 18 mois, ce programme a permis la mise en œuvre de 36 projets pour des investissements en IA appliquée de plus de 38 millions de dollars.

³¹ Voir <https://observatoire-ia.ulaval.ca/webinaire-atelier-les-donnees-numeriques-dans-le-secteur-bioalimentaire-au-quebec/>.

³² Voir <https://cubenoir.ca/projets/cdrin-document-la-mer-numerique/>.

³³ Voir la documentation préparée par l'entreprise.

Même si de nombreuses initiatives existent pour appuyer le virage vers l'IA des organisations québécoises, peu de ces dernières, à ce jour, semblent avoir véritablement commencé à tirer profit des possibilités offertes par cette technologie.

Cela peut sembler décevant, mais il est important de souligner, avant toute chose que la situation relevée au Québec n'est pas très différente de celle enregistrée ailleurs. Ainsi, une vaste étude menée récemment par Brynjolfsson et autres aux États-Unis a montré que

pour l'ensemble des technologies liées à l'IA, le taux d'adoption global pour toutes les entreprises de l'économie est de 6,6 % [...], ce qui signifie qu'environ 1 entreprise sur 16 aux États-Unis utilise une forme d'IA sur les lieux de travail. Ce taux d'adoption est nettement inférieur au taux d'adoption mis en évidence dans l'enquête sur l'IA de la Commission européenne et dans d'autres enquêtes privées menées par McKinsey, Deloitte et PwC. Toutefois, il est important de tenir compte des méthodes d'échantillonnage de ces enquêtes. Aucune des autres enquêtes ne prétend être représentative au niveau national et toutes tendent à se concentrer sur les grandes entreprises cotées en bourse. En revanche, l'échantillon présent comprend de nombreuses petites entreprises où l'adoption de l'IA est très faible. Ceci est important, car le taux d'adoption de l'IA varie fortement selon la taille de l'entreprise. Les taux d'adoption (définis comme l'utilisation ou l'expérimentation) augmentent de façon monotone, passant de 5,3 % pour le groupe d'entreprises ayant le plus petit nombre d'employés à 62,5 % pour les entreprises de plus de 10 000 employés. En d'autres termes, l'échelle semble être une corrélation primaire de l'utilisation de l'IA, probablement en raison des grandes quantités de données et de la puissance de calcul nécessaires pour réaliser pleinement les types d'IA les plus populaires actuellement³⁴.

Une étude qualitative réalisée au Danemark a donné des résultats semblables. Elle a révélé que « les PME sont nettement moins susceptibles d'avoir déployé des technologies d'apprentissage automatique. Leurs défis actuels diffèrent de ceux des grandes entreprises et reflètent leur plus faible maturité : il y a peu d'acceptation de l'apprentissage automatique à la fois parmi les utilisateurs, les opérateurs et les dirigeants, et le savoir-faire est limité en cette matière.³⁵ »

³⁴ Voir https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28290/w28290.pdf. Traduction de : “across all AI-related technologies, the aggregate adoption rate for all firms in the economy is 6.6% [...] meaning that approximately 1 in 16 firms in the US are utilizing some form of AI in the workplace. This adoption rate is significantly lower than the adoption rate highlighted in the AI survey by the European Commission and other private surveys by McKinsey, Deloitte, and PwC. However, it is important to consider the sampling methods of those surveys. Neither of the other surveys claim to be nationally representative and tend to focus on larger, publicly traded companies. In contrast, ABS sample includes many small firms where AI adoption is very low. This is important because AI adoption rate varies greatly by firm size. [...] Adoption rates (defined as usage or testing) monotonically increase from 5.3% for the group of firms with the smallest number of employees to 62.5% for firms with 10,000+ employees. In other words, scale appears to be a primary correlate of AI usage, likely due to both the large quantities of data and computing power required to fully realize the most popular types of AI currently available”.

³⁵ Voir <https://tinyurl.com/umr4847w>. Traduction de : “small and medium businesses are significantly less likely to have machine learning [ML] technologies deployed yet. Their present challenges differ from larger businesses and reflect their lower ML maturity: little acceptance for ML both amongst users and operatives as well as managers and limited ML know how”.

La Vitrine québécoise de l'IA : faciliter le repérage des programmes d'appui

La dispersion de l'offre de programmes d'appui à l'appropriation de l'IA et le manque d'interrelation entre les programmes existants sont des lacunes qu'il conviendrait de combler pour améliorer l'appropriation de l'IA par les organisations québécoises. Ainsi, une consultation des membres de l'écosystème québécois a montré qu'il n'est pas facile pour les organisations de savoir si telle activité, tel programme ou tel concours est celui auquel il leur conviendrait de s'inscrire ou si elles ont la maturité requise pour y prendre part. Les organisations ne savent pas toujours vers quel acteur elles devraient se tourner pour combler un besoin particulier. De même, elles n'ont pas une vision claire de la manière dont il leur serait possible de progresser, petit à petit, dans leur adoption de l'IA (elles n'ont pas une bonne idée des étapes à franchir, des occasions offertes à chaque étape et des conditions à réunir pour passer d'une étape à l'autre). Le Forum IA Québec contribuera en 2021 à résoudre ces problèmes en créant la Vitrine de l'IA, un site Web dans lequel les organisations trouveront de l'information sur les programmes de soutien offerts en IA et des outils variés qui leur permettront entre autres de mesurer leur capacité éventuelle à prendre le virage de l'IA et de repérer les acteurs les mieux en mesure de les aider dans leurs projets. La Vitrine verra le jour l'hiver prochain avec le soutien du MEI et celui du ministère des Relations internationales et de la Francophonie (MRIF).

Pour pallier progressivement le faible niveau d'adoption de l'IA par les organisations de toutes tailles, **le Forum IA Québec propose la mise sur pied d'un programme ou processus cohérent d'accompagnement des entreprises qui souhaitent, dans tous les secteurs d'activité, recourir à l'IA pour devenir plus efficaces et concurrentielles. Le Forum IA Québec pense en fait que le soutien à l'adoption de l'IA pourrait être apporté aux organisations selon un modèle semblable à celui présenté dans le Schéma 1 (et inspiré du programme MACH Fab 4.0 d'Aéro Montréal).**

Ce modèle, qui ne nécessiterait pas la création d'une nouvelle organisation, et qui consisterait en forte partie dans une meilleure valorisation et intégration d'initiatives existantes, reposerait sur la mise en place de paliers et l'organisation de concours (pour déterminer quelles organisations pourraient passer à un palier supérieur). Il tiendrait compte du fait que l'intégration de l'IA dans les différentes industries québécoises doit reposer sur l'intervention d'un ensemble d'intervenants aux compétences diverses (plutôt que sur un seul type d'acteur), et que les approches préconisées doivent absolument tenir compte du niveau de maturité en IA des entreprises et des organismes.

Selon ce modèle, un nombre important d'entreprises québécoises (par exemple, 2000 par an) seraient jointes, dans le cadre d'activités de sensibilisation ou de formation existantes ou nouvelles, par les acteurs de l'écosystème. Ces activités devraient permettre aux entreprises participantes de

bien saisir les enjeux de l'adoption et de se faire une idée des conditions de base à réunir pour passer au stade suivant : celui de l'orientation personnalisée.

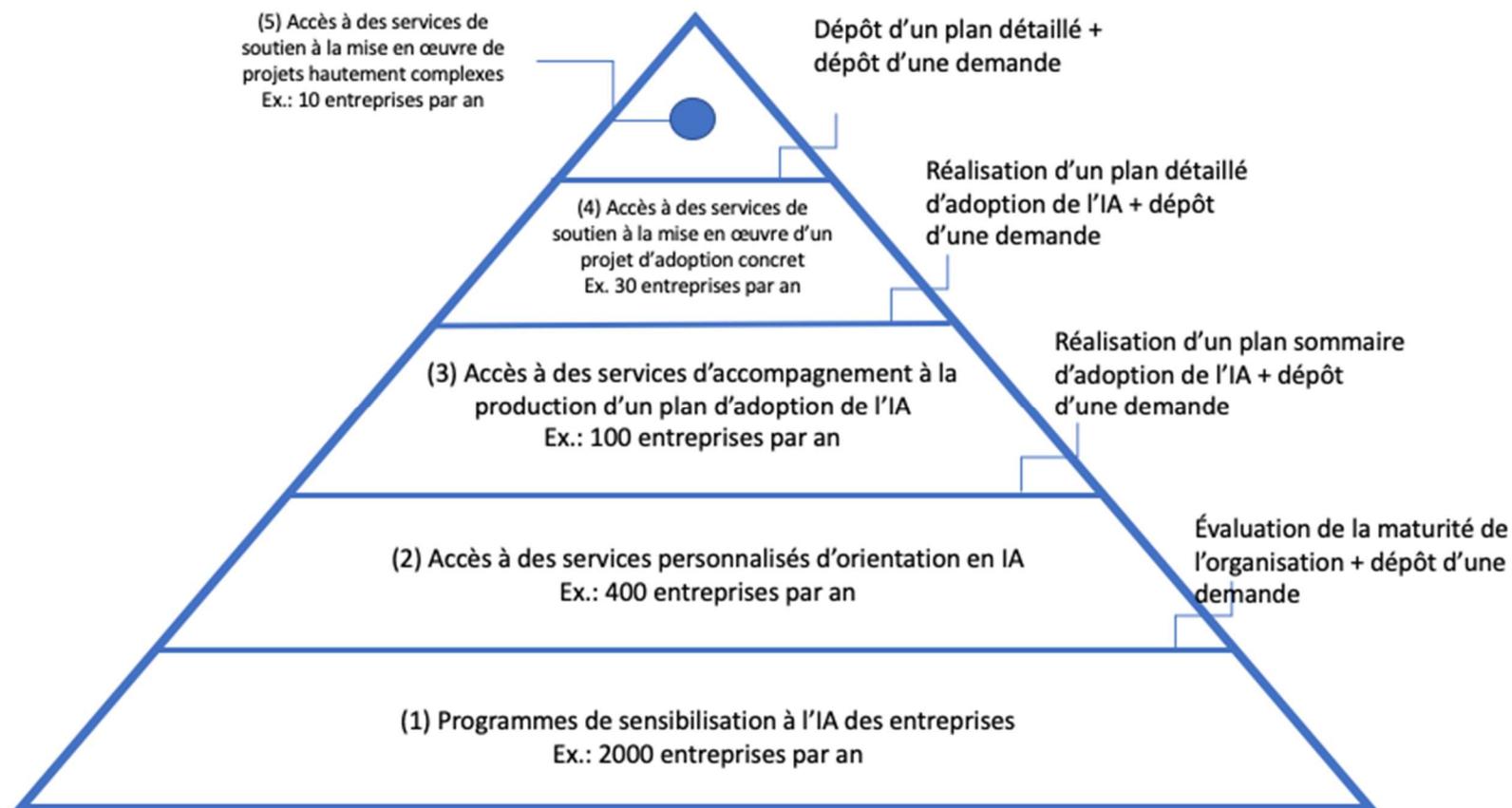
Les organisations jointes au premier échelon seraient invitées à utiliser un outil de mesure de la maturité en IA pour déterminer leur capacité à prendre le virage de l'IA. Le recours à cet instrument pourrait servir à une entreprise à déceler qu'elle affiche une lacune précise qui peut être facilement corrigée ou une autre, plus grave, qu'elle mettra plus de temps à pallier. Les entreprises prêtes ou relativement prêtes à adopter l'IA pourraient déposer le résultat de leur « test de maturité » et présenter une demande de soutien. Une fraction des entreprises sensibilisées au départ (p. ex. : le cinquième de celles-ci) aurait accès, à un prix fortement réduit, à des services plus personnalisés d'orientation, qui leur permettraient de déterminer avec précision comment l'IA pourrait les aider à devenir plus concurrentielles.

Une partie des organisations issues du deuxième palier (p. ex. : une centaine) pourraient chercher à passer à un stade supérieur, c'est-à-dire à se doter d'un véritable plan d'adoption de l'IA qui décrirait avec précision les projets qu'elles gagneraient à entreprendre (en fonction de leurs priorités stratégiques et du potentiel de l'IA) ; présenterait les gestes à poser (sur le plan technique, mais aussi sur le plan socio-organisationnel, par exemple en matière de formation ou de révision des tâches) pour assurer le succès de ces projets ; définirait les ressources à réunir ; et établirait un budget et calendrier de réalisation. Le dépôt des résultats obtenus par une entreprise lors de la phase d'orientation, celui d'un plan sommaire et celui d'une demande permettraient à cette entreprise d'accéder au troisième palier de la pyramide avec un appui financier pertinent.

Parmi les entreprises équipées d'un plan complet d'adoption de l'IA, certaines (p. ex. : une trentaine par an seulement) pourraient recevoir du soutien financier et l'appui des acteurs de l'écosystème pour mettre en œuvre un ou plusieurs volets de ce plan.

Enfin, parmi le petit nombre d'entreprises soutenues pour prendre concrètement le virage de l'IA, un faible pourcentage (p. ex. : une dizaine par an) serait sélectionné pour collaborer, avec des acteurs de pointe de la recherche (ou éventuellement des fournisseurs privés), à des projets particulièrement complexes, sophistiqués et porteurs. Ces entreprises, dont le nombre serait appelé à croître année après année, recevraient un appui massif sur tous les plans, notamment le plan financier. Elles deviendraient les championnes québécoises de l'IA, les organisations dont les autres entreprises chercheraient à reproduire le succès.

Schéma 1 — Programme structuré de soutien à l'adoption de l'IA dans les organisations



Le programme décrit ci-dessus pourrait prendre différentes formes. L'important, toutefois, selon le Forum IA Québec, serait :

- qu'il soit facile, pour les organisations, de comprendre comment il leur est possible de progresser, petit à petit, dans leur adoption de l'IA ;
- qu'il soit très simple, pour les organisations, de savoir vers quels acteurs ou programmes elles peuvent se tourner à chaque étape du processus d'adoption ;
- de provoquer, par la mise en place d'une structure semblable et le recours à une forte publicité, une saine émulation qui amènera les organisations d'un même secteur à rivaliser d'audace et d'inventivité les unes avec les autres.

Ce programme solliciterait l'ensemble des acteurs de soutien de l'écosystème. Certains seraient bien placés pour intervenir au bas de la pyramide, pour sensibiliser un très grand nombre d'entreprises. D'autres devraient recevoir l'appui du gouvernement pour offrir les services personnalisés ou les services d'accompagnement prévus au centre de la pyramide (par exemple, les membres du Réseau Synchronex devraient obtenir les ressources requises pour recruter des experts en IA dans leurs champs d'expertise respectifs, qu'il s'agisse de l'optique ou de l'agriculture). Certaines organisations seraient enfin plus aptes à accompagner les 10 à 30 organisations particulièrement bien placées pour devenir des champions de l'utilisation de l'IA.

Par ailleurs, **le gouvernement du Québec devrait étudier la possibilité, dans le cadre de ses interventions, de favoriser la concertation de l'ensemble des acteurs d'une même région.** L'enjeu consisterait dans un cas comme celui-ci à soutenir la coopération des parties prenantes d'industries relativement atomisées (p. ex. : la pêche, le tourisme, le développement de la petite enfance), la mise en commun des données dont ces acteurs ont besoin et le développement de stratégies régionales basées sur l'exploitation de ces données grâce, notamment, à l'IA. Actuellement, aucun programme de la sorte n'existe et ne permet de fédérer l'ensemble des parties prenantes d'un milieu autour de l'un des défis auxquels ce milieu fait face en favorisant la mise en commun de leurs données et le traitement avancé de ces dernières.

D) Appuyer les entreprises conceptrices de solutions d'IA

Le Québec caresse, comme d'autres États l'ambition que les investissements gouvernementaux et privés majeurs réalisés dans le secteur de l'IA débouchent en fin de compte sur la création d'entreprises en IA à forte croissance — de compagnies qui emploieront des milliers de personnes, leur offriront des emplois très bien rémunérés et serviront de levier pour le développement de l'ensemble des secteurs d'activité québécois.

Cette ambition a été ébranlée par la vente d'Element AI, mais sa réalisation demeure hautement possible. En effet, on compte actuellement au Québec des centaines de PME et de jeunes pousses

technologiques dont certaines possèdent déjà ou pourraient développer — grâce notamment à l’encadrement que leur offrent des incubateurs ou des accélérateurs comme NextAI ou le Creative Destruction Lab (CDL) ou, encore, des acteurs de la recherche et du transfert — les ressources et le savoir-faire nécessaires à leur transformation en piliers industriels de l’IA.

Il importera cependant de soutenir ces entreprises à différents égards pour assurer leur essor.

D’abord, **le gouvernement du Québec devrait reconduire le financement accordé à des incubateurs ou accélérateurs spécialisés en IA comme NextAI ou le CDL**, un financement qui prendra fin bientôt.

Ensuite, le gouvernement du Québec devrait chercher à alléger considérablement le fardeau des entreprises conceptrices d’IA et de leurs partenaires lorsque ceux-ci cherchent à se prévaloir de certains programmes de soutien. Ainsi, il paraît souvent difficile pour les organisations, particulièrement les plus jeunes ou petites d’entre elles, de compléter l’ensemble des formalités administratives qui y sont imposées par les ministères ou de remplir certaines des exigences financières qui y sont prévues.

Il serait aussi primordial de faciliter la découverte de premiers clients par les entreprises productrices de l’IA. En particulier, **le gouvernement du Québec devrait chercher à établir des mécanismes pour aider les jeunes pousses en IA à faire affaire plus facilement avec les ministères et les organismes du gouvernement du Québec et les sociétés d’État**. Des efforts en ce sens ont été entrepris ces dernières années, mais il demeure difficile pour les *startups* de vendre leurs produits et services à l’État, que ce soit parce que celui-ci demeure relativement timide dans son appropriation de l’IA (même dans des secteurs où celle-ci rapporterait gros, sans avoir besoin de s’appuyer sur les données personnelles des citoyens, comme celui des infrastructures) ou parce que les règles d’octroi de marchés publics sont mal adaptées à la réalité de l’IA (la solution à adopter ne pouvant être achetée sur une tablette ni, souvent, être définie sans la réalisation de travaux exploratoires).

Comme suggéré dans la *Stratégie*, il conviendrait à cet égard pour le gouvernement du Québec de permettre et favoriser le dialogue entre les acteurs du secteur public, ceux des établissements de recherche et ceux du secteur privé en amont des appels d’offres. Il serait notamment important « d’explorer de nouvelles avenues pour aider les ministères et les organismes à obtenir des *startups* et des PME actives dans les secteurs émergents de l’univers numérique — comme le secteur de l’IA — le soutien dont ils ont besoin pour relever les défis souvent complexes auxquels ils sont confrontés et pour lesquels il n’existe pas nécessairement une solution unique et toute faite. Le gouvernement devrait en particulier étudier le bien-fondé d’adapter au Québec le programme

américain Small Business Innovation Research ou l'initiative fédérale Solutions innovatrices Canada³⁶. »

Le gouvernement devrait aussi encourager les projets en IA des grandes entreprises québécoises qui font appel à de jeunes pousses ou à des PME d'ici. Des programmes pour le faire, « Projets d'innovation des PME » et « Projets d'innovation d'envergure », ont été mis sur pied à l'automne 2020. Il serait intéressant de les élargir pour que plus de grandes entreprises puissent s'en prévaloir et que plus de *startups* trouvent le premier client grâce auquel elles prendront leur envol.

L'État comme utilisateur modèle

Dans le mémoire qu'il a produit dans le cadre des présentes consultations, Mila insiste à juste titre sur l'importance pour l'État québécois de recourir fortement à l'IA pour améliorer les services offerts aux citoyens. « Lancée à l'automne 2020, la Stratégie de transformation numérique du gouvernement du Québec marque un ton nouveau et porteur d'espoir afin d'intégrer les innovations numériques dans les activités gouvernementales. Alors que la stratégie propose de s'intéresser à l'intelligence artificielle et d'en baliser l'usage dans le secteur public, nous croyons que le gouvernement peut jouer un rôle de leader en facilitant et en accélérant l'adoption de solutions basées sur l'IA afin de rendre l'État québécois (et ses services aux citoyens) plus efficace, notamment dans les domaines de la Santé et de l'Éducation. Le gouvernement est parfaitement placé pour devenir un utilisateur exemplaire de l'IA puisqu'il dispose, rappelle Mila, d'un accès privilégié à des données névralgiques pour l'avancement de la recherche dans des créneaux qui peuvent faire une différence dans la vie des citoyens. »

E) Accroître la puissance de calcul

La 10^e recommandation de la *Stratégie* traitait de l'importance pour le Québec « d'assurer l'accès des acteurs de l'IA et de la science des données à la puissance de calcul et à l'expertise en calcul dont ils ont besoin³⁷ ». Ses auteurs estimaient en effet que Calcul Québec n'avait pas, en 2018, « les moyens de répondre de façon flexible aux besoins émergents et croissants des chercheurs (ceux en IA et ceux de secteurs comme le transport, la santé ou le droit, où les techniques d'IA sont de plus en plus utilisées), de même qu'à ceux des jeunes pousses et des PME établies ».

³⁶ Voir <https://api.forum-ia.devbeet.com/app/uploads/2020/09/strategie-ia-vdef-19-juin-2018-v8.pdf>.

³⁷ Voir <https://api.forum-ia.devbeet.com/app/uploads/2020/09/strategie-ia-vdef-19-juin-2018-v8.pdf>.

Les consultations menées par le Forum révèlent que les besoins en calcul des acteurs de la recherche, des acteurs de la formation et des entreprises sont toujours aussi aigus aujourd'hui qu'ils l'étaient en 2018. En fait, trois ans après l'adoption de la *Stratégie*, le gouvernement devrait s'assurer que les chercheurs, les professeurs et les PME du Québec aient accès à la puissance de calcul à bas coût dont ils ont besoin pour utiliser l'IA, faire des recherches en IA ou former les étudiants, mais, aussi, aux services d'accompagnement technique sans lesquels plusieurs auront de la difficulté à exploiter cette puissance adéquatement, donc à se servir efficacement et sécuritairement des GPU mis à leur disposition (p. ex. : à entreprendre plus de tâches avec le même nombre de GPU, à assurer la sécurité des données faisant l'objet de calculs dans le nuage).

Concrètement, le gouvernement du Québec devrait **veiller à ce que Calcul Québec ait accès à sa juste part des investissements réalisés récemment par le gouvernement fédéral pour accroître la puissance de calcul mise à la disposition des organisations canadiennes.**

Le gouvernement du Québec devrait aussi **contribuer directement à l'augmentation des capacités de calcul mises à la disposition des professeurs et des scientifiques du Québec en réalisant lui-même des investissements rapides et marqués dans ce créneau.**

Enfin, le gouvernement devrait **assurer que les entreprises, particulièrement les PME, puissent recevoir des services d'accompagnement variés, et à coût raisonnable, des organisations offrant des services de calcul**, comme la Plateforme d'innovation numérique et quantique (PINQ) de l'Université de Sherbrooke ou Calcul Québec.

F) Favoriser l'accès aux données

Comme le relevait la *Stratégie*, « les centres de recherche, les jeunes pousses et les PME du Québec auront besoin de grandes quantités de données pour produire les outils en IA qui permettront de développer l'économie québécoise ». En effet, « plus vous avez de données, meilleur est votre produit ; meilleur est votre produit, plus vous pouvez collecter de données ; plus vous collectez de données, plus vous pouvez attirer le talent ; plus vous pourrez attirer le talent, meilleur sera votre produit. C'est un cercle vertueux [...]»³⁸.

Malheureusement, continuaient les auteurs de la *Stratégie*, « ce matériau indispensable est souvent très difficile d'accès. Ainsi, peu de pays comptent de grandes entreprises qui, comme Google, Amazon, Facebook ou Baidu (le Google chinois), ont accès, grâce à leurs centaines de millions de clients-utilisateurs, à des quantités quasi infinies de données. En outre, les jeunes pousses et les PME actives en IA profiteraient grandement de l'ouverture des données détenues collectivement par les entreprises de secteurs comme le transport ou l'assurance, mais de crainte d'affaiblir leur

³⁸ Voir <https://api.forum-ia.devbeet.com/app/uploads/2020/09/strategie-ia-vdef-19-juin-2018-v8.pdf>.

avantage concurrentiel, ces dernières rechignent généralement à mettre leurs données en commun et craignent souvent de les partager avec des tiers. »

Cette situation n'a pas réellement changé en trois ans. Entre autres, un grand nombre d'organisations québécoises connaissent toujours mal les données dont elles disposent ; gèrent ces données d'une manière qui ne permet pas facilement leur exploitation subséquente ; disposent de trop peu de données pour en faire le fondement du développement d'outils performants en IA ; ou hésitent à collaborer avec d'autres organisations à des projets de mise en commun de données qui permettraient ultimement de faire avancer l'IA, au bénéfice des participants, dans un secteur d'activité particulier.

Il sera essentiel d'aborder cet enjeu énergiquement dans les prochaines années, puisque l'accès des organisations québécoises à de grandes quantités de données de qualité constituera l'une des pierres angulaires du développement et du déploiement de l'IA. Cela signifie trois choses.

Premièrement, il faudra **veiller à ce que les organisations aient accès aux ressources dont elles ont besoin pour assurer la collecte et le traitement efficaces de leurs données**. La mise sur pied du Programme structuré de soutien à l'adoption de l'IA dans les organisations servira en forte partie à atteindre cet objectif (par exemple, les entreprises situées au bas de la pyramide pourraient recevoir de l'accompagnement pour élaborer leur stratégie de gouvernance de données ou pour entreprendre le traitement de leurs données).

Deuxièmement, **le gouvernement devrait appuyer la réalisation de projets de recherche et de recherche-action intersectoriels et multipartenaires sur la question des données**. Comme le relève en effet l'OBVIA dans son mémoire sur la SQRI, ce sont en effet ces initiatives qui permettront de « faire en sorte que les différents acteurs d'une grappe industrielle hautement concurrentielle en viennent à se faire assez confiance pour accepter de mutualiser leurs données. Ce sont [les] chercheurs [en sciences humaines et sociales] qui, en collaboration avec les experts en IA, sauront imaginer et tester les modèles juridiques concrets grâce auxquels différentes organisations pourront, de manière équitable (par exemple, dans le respect de la propriété intellectuelle de chacun), mettre en commun les données dont elles disposent pour pallier le fait que chacune d'entre elles en a trop peu. Ce sont [les] scientifiques qui pourront aider les pouvoirs publics à élaborer des approches de protection des données personnelles qui tiennent compte des attentes et des droits des populations, d'une part, et des impératifs de l'innovation, d'autre part. Et ce sont eux qui pourront transmettre aux entreprises les connaissances dont elles ont besoin pour protéger des cybercriminels les données qu'elles ont amassées — une protection qui ne sera assurée que par une combinaison d'approches techniques et humaines³⁹.

Troisièmement, **il faudrait investir dans des projets structurants de collecte et d'accès aux données**. Comme le suggère par exemple Montréal InVivo dans son mémoire sur la SQRI, on

³⁹ Voir <https://hbr.org/2019/11/sizing-up-your-cyber risks> et <https://www.tripwire.com/state-of-security/security-data-protection/cyber-security/human-factor-cybersecuritys-forgotten-conversation/>.

pourrait imaginer qu'un projet vise à accorder à quelques établissements ou OBNL du monde de la santé (des acteurs ayant mis en place un cadre de gestion des données et un cadre d'accès aux données basé sur les pratiques exemplaires en matière de sécurité, de qualité, d'interopérabilité, de connectivité et d'éthique) le privilège de regrouper et de croiser des données de diverses sources, de même que les budgets requis pour recruter des spécialistes en données et en IA.

G) Développer et déployer l'IA de manière éthique et responsable

Le recours à l'IA pourra favoriser l'atteinte d'objectifs économiques, sociaux et culturels valables par nos sociétés, mais nul ne peut être dupe : cette technologie pourrait aussi être utilisée à mauvais escient par certaines personnes, certaines organisations et certains États. Par exemple, « la technologie de surveillance basée sur l'IA qui permet aux gouvernements de réduire la criminalité leur permet également de surveiller et de réprimer leurs populations⁴⁰ ».

Lieu de naissance de l'un des cadres éthiques en IA les plus démocratiques au monde, la *Déclaration de Montréal*⁴¹ est devenue un document normatif important à l'échelle internationale, où il sert de guide à de nombreuses organisations productrices et utilisatrices. Dans la foulée de l'élaboration de la *Déclaration*, les Fonds de recherche du Québec ont affecté plus de 7,5 millions de dollars sur cinq ans à la mise sur pied de l'OBVIA, un observatoire qui aide les communautés, les organisations et les particuliers à maximiser les retombées positives de l'IA et du numérique et à minimiser les effets potentiellement négatifs de ces technologies. L'OBVIA réunit 9 universités et 9 cégeps, de même que 240 chercheurs orientés vers la compréhension des impacts sociétaux et éthiques de l'IA et du numérique.

L'écosystème s'est aussi enrichi, en 2020, par la collaboration des gouvernements du Québec et du Canada, de la mise sur pied du Centre d'expertise internationale de Montréal pour l'avancement de l'IA (CEIMIA), un OBNL qui soutient notamment les travaux des groupes de travail du Partenariat mondial pour l'IA⁴². En outre, le développement et le déploiement socialement responsables de l'IA constituent une dimension fondamentale de la mission de Mila et d'IVADO, qui se sont respectivement dotés d'une direction pour mener des projets en IA bénéfiques pour la société et d'un programme structuré de valorisation de l'équité, de la diversité et de l'inclusion en intelligence numérique.

Tous ces acteurs coopèrent fortement les uns avec les autres et contribuent, par leurs actions, au renforcement du positionnement international du Québec comme d'un lieu où l'IA se développe et s'utilise de façon responsable. Toujours par leurs projets nombreux, ces acteurs contribuent également à faire en sorte que les organisations québécoises s'assurent de respecter des normes et

⁴⁰ Voir https://www.odni.gov/files/ODNI/documents/assessments/GlobalTrends_2040.pdf. Traduction de : «the same AI-enabled surveillance technology that allows governments to diminish crime also enables them to monitor and repress their populations ».

⁴¹ Voir <https://www.declarationmontreal-iaresponsable.com/la-declaration>.

⁴² Le PMIA comprend actuellement 19 pays.

des standards élevés en matière de production ou d'utilisation de l'IA (par exemple, un projet de l'OBVIA a permis d'établir sept principes pour soutenir, dans le secteur des assurances, l'adoption et le déploiement d'une IA éthique, digne de confiance et centrée sur les intérêts humains et, en fin de compte, renforcer le positionnement sur le marché des compagnies basées au Québec⁴³).

On ne saurait négliger les impacts économiques de tels efforts. En effet, les travaux de Porter et autres ont montré qu'en appliquant des pratiques de production et d'utilisation hautement responsables ou en exigeant l'application de telles pratiques, l'écosystème québécois contribuera non seulement à une hausse de la confiance que les citoyens et les consommateurs d'ici ont envers l'IA ; il facilitera aussi la pénétration des produits et services d'ici dans les marchés étrangers⁴⁴.

Il est en effet possible de prévoir que, dans les années à venir, la création et l'utilisation d'outils de l'IA seront de plus en plus encadrées. Par exemple, la Commission européenne a annoncé le 21 avril 2021 « un projet visant à établir des normes dans l'usage des technologies d'IA avec à la clé de fortes amendes en cas de violation des règles. Ce projet pourrait permettre au bloc communautaire de prendre les devants dans l'encadrement de l'IA qui aux yeux de ses détracteurs à des effets sociaux néfastes et peut être utilisée comme un dispositif de surveillance par des États autoritaires⁴⁵ ». Et aux États-Unis, la Federal Trade Commission vient tout juste de prévenir les organisations contre « la vente de systèmes d'IA utilisant des algorithmes à caractère raciste ou susceptibles de « priver des personnes d'un emploi, d'un logement, d'un crédit, d'une assurance ou d'autres avantages⁴⁶. »

Par conséquent, le gouvernement du Québec devrait s'assurer de maintenir la capacité des centres et des réseaux de recherche en IA à poursuivre les travaux qui renforcent la capacité du Québec à produire et déployer l'IA de manière éthique et responsable, en particulier de reconduire le financement de l'OBVIA, qui prendra fin bientôt.

Le gouvernement du Québec devrait aussi adopter des standards et des normes élevés, pour l'administration publique et le secteur privé, en matière de conception et de diffusion de l'IA. En élevant la barre à l'intérieur de ses frontières, en soutenant les organisations qui aident l'écosystème à se comporter de manière responsable, le Québec aidera les producteurs en IA d'ici à prendre plus facilement pied au Canada et dans d'autres pays.

⁴³ Voir <http://optictchnology.org/images/files/Rapport-Complet-IA-Solidarite-et-assurances-HTF-FR-compressed.pdf>.

⁴⁴ Voir <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations>. Traduction de : “sophisticated, demanding buyers provide a window into advanced customer needs; they pressure companies to meet high standards; they prod them to improve, to innovate, and to upgrade into more advanced segments. As with factor conditions, demand conditions provide advantages by forcing companies to respond to tough challenges.”

⁴⁵ Voir https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/intelligence-artificielle/l-ue-veut-encadrer-l-usage-de-l-intelligence-artificielle_153625

⁴⁶ Voir <https://www.nytimes.com/2021/04/16/business/artificial-intelligence-regulation.html>. Traduction de : the sale of artificial intelligence systems that use racially biased algorithms, or ones that could “deny people employment, housing, credit, insurance or other benefits.”

H) Tirer pleinement profit du dynamisme de l'écosystème

Au fil des ans, le Québec a réussi à mettre en place un écosystème en IA hautement dynamique où l'ensemble des parties prenantes — des centres de recherche aux entreprises en passant par les CCTT, les incubateurs, les grappes industrielles et les organismes gouvernementaux — travaillent étroitement les uns avec les autres. Il s'agit là d'un acquis de taille que, il n'est pas exagéré de le dire, d'autres provinces canadiennes et d'autres États envient très fortement au Québec.

Les investissements du gouvernement du Québec ont joué un rôle prépondérant dans l'augmentation de la capacité des acteurs de l'écosystème à se concerter. Par exemple, la création, en 2017, du Comité d'orientation de la grappe en IA par le MEI a constitué le premier jalon du développement au Québec d'un écosystème en IA coordonné où les parties prenantes cherchent à agir en synergie pour le bien-être collectif.

Le lancement, en 2020, du Forum IA Québec, a représenté le deuxième grand moment de l'effort entrepris par les acteurs de l'écosystème pour se concerter autour d'objectifs communs. Le Forum, un OBNL dont la fondation était recommandée dans la *Stratégie* pour que le Québec dispose d'un organe « doté d'un rôle de réflexion stratégique, de rassemblement et de promotion qui travaillera de manière très étroite avec l'ensemble des acteurs gouvernementaux et non gouvernementaux concernés par l'essor de l'IA au Québec⁴⁷ », s'efforce depuis près d'un an maintenant, avec le soutien financier du MEI, d'améliorer l'accès de l'écosystème au talent dont l'écosystème a besoin, d'appuyer l'appropriation de l'IA par les organisations de différentes industries, de servir de vitrine aux réussites du Québec en IA, de mener des activités de réflexion stratégique et d'accompagner le gouvernement du Québec dans certains projets importants.

La forte coopération des acteurs de l'écosystème grâce aux actions, entre autres, du Forum ne signifie évidemment pas que tout soit parfait dans l'univers québécois de l'IA, loin de là. Il faudra apporter des correctifs marqués, dans les années à venir, pour faire en sorte que l'IA devienne un véritable moteur économique et social qui propulsera le Québec au rang des États où il fait le mieux vivre au 21^e siècle.

En particulier, il faudra veiller, comme nous l'avons vu dans ce mémoire, à augmenter radicalement la capacité des organisations québécoises à utiliser l'IA de façon productive, que ce soit en créant de meilleurs programmes de formation des ressources ou en assurant un transfert plus efficace des connaissances scientifiques, techniques et managériales nécessaires à l'exploitation efficace de l'IA vers les PME.

Nous n'en sommes toujours qu'au début de la partie de l'IA. C'est en continuant d'investir à fond dans ce secteur clé que le Québec réussira à en faire le fondement de sa prospérité future.

⁴⁷ Voir <https://api.forum-ia.devbeet.com/app/uploads/2020/09/strategie-ia-vdef-19-juin-2018-v8.pdf>.

Continuer de financer le Forum IA Québec

Le gouvernement du Québec devrait s'assurer de reconduire rapidement le financement du Forum IA Québec pour que ce dernier continue sans interruption de jouer son rôle de catalyseur de l'écosystème en IA.

Liste des organisations consultées par le Forum IA Québec dans le cadre de l'exercice de production de ce mémoire

Le Forum a invité plus de 20 organisations ou regroupements d'organisations à se prononcer. Le mémoire est le résultat des échanges de l'équipe de rédaction avec les personnes suivantes :

1. IVADO : Gilles Savard, directeur général
2. Mila : Valérie Pisano, présidente et chef de la direction, et Ludovic Soucisse, chef des communications et des affaires publiques
3. OBVIA : Lyse Langlois, directrice générale, et Guillaume Macaux, conseiller scientifique
4. Calcul Québec : Suzanne Talon, directrice générale
5. Centech : Julian Lucchesi, directeur des partenariats stratégiques
6. Chantier de l'économie sociale : Béatrice Alain, directrice générale
7. CIRANO : Nathalie de Marcellis, PDG
8. Communauté Intégration en IA : Ravy Por, directrice générale en IA et technologies émergentes (KPMG), Marie-Claude Sécher, directrice, partenariat académique, technologies numériques et opérations (CDPQ) et autres⁴⁸
9. CRIM : François Labonté, PDG
10. Responsables de chantier de l'escouade numérique du réseau Synchronex (59 CCTT) : Isabelle Cayer, directrice générale (CDRIN), Michel Chabot, directeur général (CIMEQ), Yves Dessureault, directeur général (CRVI) et Sébastien Houle, directeur général (Productique Québec)
11. Institut Intelligence et données (Université Laval) : Christian Gagné, directeur général, et Lynda Robitaille, directrice administrative
12. McKinsey: Vincent Bérubé, associé senior
13. Next AI/CDL : Simon Dandavino, directeur des opérations
14. Pôle montréalais d'enseignement supérieur en IA (PIA) : Sylvie Normandeau, coprésidente
15. Prompt : Madeleine Jean, directrice générale par intérim
16. Université Laval : Sophie d'Amours, rectrice, et Eugénie Brouillette, vice-rectrice à la recherche, à la création et à l'innovation

Le Forum remercie chaleureusement ces personnes d'avoir pris de leur temps pour contribuer à enrichir ce mémoire. Il demeure évidemment responsable de toute omission ou erreur qui pourrait s'être glissée dans ce document.

⁴⁸ La Communauté Intégration en IA inclut aussi : Louis Rompré (Cascades), Kathy Malas (CHUM), Nathalie Beaulieu (CHUM), Laurent Simon (HEC), Benoît Labonté (Hydro-Québec), Maryse Brien (CDPQ), Richard Chatigny (IREQ), Laetitia Cremona (UdeM), Johanne Drouin (CIRANO), Yves Lapierre (HEC), Marc Vézina (Secrétariat du Conseil du Trésor du Québec), M. Haghighi (Banque du Canada), Guillaume Bergeron (Secrétariat du Conseil du Trésor du Québec), Alain Block (Secrétariat du Conseil du Trésor du Québec), Marie-Julie Fortin (U Laval), Caroline Pernelle (CAE), Tarek Benrhouma (Desjardins), C. Jones (Banque du Canada), Geneviève Dufour (CIRANO), Alain Bergeron (IA.CA), Nathalie de Marcellis (CIRANO), Matthieu Guérin (Desjardins), Jannick Landry (U Laval), Jordi Vicens Obrador (IATA), Patrick Jeandroz (Hydro-Québec), Morgan Jacob (Air Canada), Étienne Plante Dubé (La Capitale), Jacques Crawford (Lightspeed), Andrée Lemay (Espace CDPQ).