

PRÊT POUR L'IA

Répondre au défi du développement et du
déploiement responsables de **l'IA au Québec**



À propos de la démarche

En avril 2023, le gouvernement du Québec a confié au Conseil de l'innovation du Québec (ci-après le « Conseil ») le mandat de mener une réflexion collective non partisane, transparente et inclusive sur l'encadrement de l'intelligence artificielle (IA) au Québec.

Sous la direction de l'Innovateur en chef du Québec, monsieur Luc Sirois, le Conseil a rassemblé près de 250 experts pour se pencher sur six grandes thématiques. Il a récolté plus de 420 contributions en réponse à un questionnaire public sur l'encadrement de l'IA. Il a également organisé un forum public réunissant près de 1500 personnes pour échanger sur les orientations qui se sont dégagées des travaux de réflexion. Chacune des thématiques était codirigée conjointement avec un groupe de 15 responsables reconnus.

Le présent rapport est le fruit de ces travaux : il contribue à définir les enjeux et les possibilités que soulève l'IA. Il avance 12 recommandations prioritaires et 25 recommandations complémentaires visant à assurer le développement et l'utilisation responsables de cette technologie au Québec.

Une documentation complémentaire étoffée, incluant les rapports thématiques, les états de situation, le rapport d'analyse des contributions publiques et le rapport d'activités détaillant le processus mené par le Conseil, peut également être consultée sur le [site Web du Conseil](#).

Principaux auteurs – Conseil de l'innovation du Québec

Sarah Gagnon-Turcotte
Réjean Roy

Pour faciliter la lecture du texte,
le genre masculin est utilisé
sans aucune intention discriminatoire.



Remerciements

Le Conseil tient à remercier le groupe des coresponsables qui a accompagné et appuyé le Conseil dans la tenue de la Réflexion collective pour leur engagement déterminant et leur contribution significative au succès de cette initiative.

Groupe des coresponsables de thématiques



Julien Billot
Scale AI



Monique Brodeur
Conseil supérieur
de l'éducation



Sophie Fallaha
Centre d'expertise
international de Montréal
en intelligence artificielle



Éric Gingras
Centrale des syndicats
du Québec



Anne-Sophie Hulin
Université de Sherbrooke



Lyse Langlois
OBVIA



**Sophie
Larivière-Mantha, ing.**
Ordre des ingénieurs
du Québec



Robert Luong
Hydro-Québec



Jocelyn Maclure
Université McGill et
Commission de l'éthique en
science et en technologie



Kathy Malas
CISSS de la
Montérégie-Ouest



Nathalie de Marcellis-Warin
Polytechnique Montréal
et Centre interuniversitaire
de recherche en analyse
des organisations



Valérie Pisano
Mila - Institut québécois
d'intelligence artificielle



Rémi Quirion
Scientifique en chef
du Québec



Catherine Régis
Université de Montréal et
Partenariat mondial sur
l'intelligence artificielle



Luc Vinet
IVADO



Liste des encadrés

Encadré 1 - Recommandations principales et recommandations complémentaires	3
Encadré 2 - L'IA, un marché prometteur	8
Encadré 3 - Les gouvernements passent à l'action	11
Encadré 4 - Quatre objectifs pour guider l'élaboration du cadre québécois de gouvernance de l'IA	13
Encadré 5 - Un réseau d'acteurs engagés dans la gouvernance de l'IA	16
Encadré 6 - Le modèle de l'« autorité de contrôle nationale »	19
Encadré 7 - Les audits comme mesure de contrôle des systèmes d'IA	20
Encadré 8 - Exemples de principes éthiques directeurs pouvant guider le développement et l'utilisation responsables de l'IA	23
Encadré 9 - L'IA générative et les systèmes de grande capacité : une exception	24
Encadré 10 - L'Autorité des marchés financiers et l'Office des professions, des cas inspirants	26
Encadré 11 - Les « bacs à sable » réglementaires	27
Encadré 12 - L'exemple du Forum de consultation du Commissaire à la santé et au bien-être	28
Encadré 13 - L'exemple britannique	29
Encadré 14 - L'arrivée de nouveaux emplois	34
Encadré 15 - Travailleurs et organisations : un futur incertain	35
Encadré 16 - Un métier transformé par la technologie	37
Encadré 17 - Le cas slovaque de la triche électorale propulsée par l'IA	39
Encadré 18 - Améliorer la distribution des livres grâce à l'IA	45
Encadré 19 - Littératie numérique et littératie en IA	54
Encadré 20 - De l'importance de travailler avec les acteurs terrain existants	56
Encadré 21 - Les leaders québécois de la recherche en IA	67
Encadré 22 - Le défi de l'alignement : le roi Midas et l'IA	69
Encadré 23 - Les investissements en R-D en IA dans le monde	70
Encadré 24 - Stratégies de soutien au développement de l'IA par le secteur privé	74
Encadré 25 - L'importance de la gestion des données en IA	77
Encadré 26 - Dialogue halluciné avec ChatGPT	83
Encadré 27 - Le rôle des données dans la gestion de la pandémie	87
Encadré 28 - Diverses utilisations de l'IA au sein de l'administration publique	90
Encadré 29 - Arrimer la Stratégie d'intégration à d'autres stratégies pertinentes	92
Encadré 30 - Bien définir les termes de l'IA	94
Encadré 31 - Budget du programme IA pour le Québec	101
Encadré 32 - Recourir à une vitrine de l'IA inversée	102

Liste des figures

Figure 1 - Sommaire du rapport	x
Figure 2 - Liste des thématiques et de leurs responsables	3
Figure 3 - Les retombées potentielles de l'adoption de l'IA	7
Figure 4 - La chaîne de valeur de l'IA	65



Liste des sigles et des acronymes

AMF	Autorité des marchés financiers
CCN	Conseil canadien des normes
CCTM	Comité consultatif du travail et de la main d'œuvre
CCTT	Centre collégiaux de transfert de technologie
CEIMIA	Centre d'expertise international de Montréal en intelligence artificielle
CERN	Conseil européen pour la recherche nucléaire
CEST	Commission de l'éthique en science et en technologie
CPMT	Commission des partenaires du marché du travail
CRIM	Centre de recherche informatique de Montréal
FRQ	Fonds de recherche du Québec
IA	Intelligence artificielle
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IID	Institut Intelligence et données
ISO	Organisation internationale de normalisation
MCN	Ministère de la Cybersécurité et du Numérique
MEIE	Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie
OBVIA	Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
R-D	Recherche et développement
SIA	Système(s) d'IA
STIM	Science, technologie, ingénierie et mathématiques
TIC	Technologie de l'information et de la communication



Mot de Luc Sirois

C'est avec fierté et humilité que je vous présente ces recommandations sur l'encadrement de l'intelligence artificielle (IA) au Québec.

Le Québec est un chef de file mondial en matière d'IA, une technologie dont l'adoption à grande échelle est porteuse de grandes promesses pour notre société, mais qui soulève également d'importants enjeux. Elle bouleversera sans doute l'ensemble des sphères de l'activité humaine, notamment en ce qui a trait au travail, à la démocratie, à l'environnement et à la culture. Il faut s'assurer que ce sera pour le mieux.

Le présent rapport est le fruit d'une réflexion collective ambitieuse qui s'est échelonnée sur plusieurs mois. Cette réflexion constitue un premier pas vers la création d'un cadre de gouvernance de l'IA au Québec. Ce dernier devra refléter nos valeurs pour mieux protéger les droits et libertés de la personne en même temps de favoriser l'innovation. De surcroît, le présent rapport se veut aussi un guide pour les organisations et les entreprises afin qu'elles puissent se préparer à évoluer, et à réussir, dans un monde transformé par l'IA. Il témoigne de notre volonté de faire de l'IA un levier de développement économique et social au Québec, tout en assurant le bien-être des citoyens, et ce, pour que notre société soit véritablement « prête pour l'IA ».

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance envers les personnes qui ont contribué à ce projet colossal. Je salue tous les membres des comités de travail, et souhaite remercier spécialement le groupe des coresponsables. Ces brillants leaders québécois se sont engagés à bras-le-corps dans cette démarche et y ont investi énormément de temps et d'énergie. De concert avec l'équipe du Conseil, ils ont su analyser avec beaucoup de rigueur, d'intelligence et de sagesse les enjeux liés à l'IA dans toute leur complexité et proposer des recommandations porteuses et pertinentes.



J'aimerais également souligner toute l'intelligence et la diversité des perspectives que nous ont exprimées plus de 400 citoyens et experts dans le cadre de notre appel à contributions publiques. L'apport citoyen demeure – et continuera de demeurer – indispensable pour alimenter et orienter les réflexions entourant le développement et le déploiement responsables de l'IA dans l'intérêt de tous les Québécois.

Avant de conclure, je tiens à applaudir le gouvernement du Québec pour la présence d'esprit et la réactivité dont il a fait preuve quant à la question pressante de l'encadrement de l'IA. En confiant ce mandat ambitieux au Conseil, il a su entreprendre une démarche d'une ampleur encore inégalée dans le monde et faire confiance à notre intelligence collective, ce qui est tout à son honneur.

En conclusion, ce rapport, je l'espère, n'est que le début d'une réflexion plus large sur notre avenir avec l'IA. Je vous invite à en prendre connaissance et à faire tout en votre pouvoir pour concrétiser les recommandations qu'il contient. En suivant la voie qu'ont ouverte les centaines de professionnels et citoyens que nous avons consultés, nous saurons, j'en suis convaincu, tirer le meilleur parti de l'IA sans jamais perdre de vue le respect des principes éthiques et des valeurs qui nous animent et nous distinguent.

Luc Sirois

Innovateur en chef du Québec et directeur général,
Conseil de l'innovation de l'innovation du Québec



Crédit photo : Amélie Philibert.

Mot de Frantz Saintelley

Dans le cadre de la réflexion collective sur l'encadrement de l'IA, nous avons mobilisé les meilleurs experts de divers domaines, ainsi que plusieurs partenaires et parties prenantes, pour produire un rapport de qualité rigoureux et pertinent. Ce dernier précise les enjeux, possibilités et risques liés au développement et à l'utilisation de l'IA, et propose des recommandations concrètes pour encadrer cette technologie de manière responsable, éthique, inclusive et durable.

Ce rapport est une contribution essentielle au débat public et à la prise de décisions sur l'IA. Je vous invite à le lire attentivement et à en tenir compte dans vos réflexions et vos actions à venir. L'IA est une technologie dont notre société peut tirer des avantages considérables. Néanmoins, elle requiert aussi que nous fassions preuve d'une grande vigilance et que nous nous dotions de la régulation appropriée. Ensemble, nous pouvons faire en sorte que l'IA et les innovations majeures qui en découlent servent le bien commun tout en garantissant le respect des droits fondamentaux des individus.

Enfin, je tiens à exprimer toute ma gratitude et mon immense fierté d'avoir participé à cette réflexion collective. Je remercie le gouvernement de nous avoir confié cette mission, qui nous aura permis de dégager des recommandations déterminantes pour l'avenir de notre société.

Frantz Saintelley

Président et chef de la direction, Leddartech
Administrateur, Conseil de l'innovation du Québec
Chancelier et président du CA, Université de Montréal



Sommaire exécutif

De plus en plus d'experts tirent la sonnette d'alarme pour sensibiliser les décideurs aux risques liés au développement incontrôlé de l'IA. Ainsi, en mars 2023, de nombreux chercheurs et dirigeants de calibre mondial, dont le professeur québécois Yoshua Bengio, ont demandé un moratoire d'au moins six mois sur le développement des systèmes d'IA (SIA) avancés.

Le gouvernement du Québec a reconnu que l'intégration croissante de l'IA dans toutes les sphères de la société soulève des enjeux de plus en plus pressants relativement : à leur gouvernance; aux principes éthiques qui devraient sous-tendre leur utilisation; à la responsabilité, en cas de problème, des parties impliquées dans leur développement; aux impacts environnementaux directs et indirects liés à l'entraînement des modèles. En avril 2023, le gouvernement a donc confié au Conseil de l'innovation du Québec (ci-après le « Conseil ») le mandat de mener une réflexion collective non partisane, transparente et inclusive sur l'encadrement de l'IA au Québec.

Sous la direction de l'innovateur en chef du Québec, monsieur Luc Sirois, le Conseil a rassemblé près de 250 parties prenantes pour se pencher sur six grandes thématiques. Il a récolté plus de 420 contributions en réponse à un questionnaire public sur l'encadrement de l'IA. Il a également organisé un forum public réunissant près de 1500 personnes pour échanger sur les orientations qui se sont dégagées des travaux de réflexion. Chacune des thématiques était codirigée conjointement avec un groupe de 15 responsables reconnus.

Le présent rapport est le fruit de ces travaux : il contribue à définir les enjeux et les possibilités que soulève l'IA. Il avance 12 recommandations prioritaires et 25 recommandations complémentaires visant à assurer le développement et l'utilisation responsables de cette technologie au Québec. La figure à la page suivante en synthétise les grandes lignes.

Cette vaste réflexion collective a engagé le Conseil et les intervenants consultés dans un dialogue enrichissant sur les valeurs, les aspirations et les principes fondamentaux qui devraient guider l'adoption responsable de l'IA au Québec. D'une part, la démarche a permis de mieux cerner les caractéristiques requises pour que le futur cadre de gouvernance québécois de l'IA renforce la confiance des citoyens envers cette technologie, maximise ses retombées positives et minimise ses répercussions négatives. La première section du rapport explore le potentiel d'une loi-cadre québécoise spécifiquement dédiée à encadrer le développement et le déploiement de l'IA, puis traite des attributs éventuels d'une entité régulatrice qui aurait la responsabilité de la faire respecter.

D'autre part, la réflexion collective a amené les parties prenantes dans une réflexion plus large quant aux conditions à mettre en place pour que l'ensemble des membres de la société québécoise puissent s'épanouir dans cette nouvelle ère de l'IA. Ainsi, la seconde section du rapport – les chapitres 2, 3, 4 et 5 – explore quatre grands objectifs à atteindre pour que les bénéfices de l'IA soient partagés de manière équitable au sein de la société:



- Mieux documenter et comprendre les changements qu'induit l'IA et s'y adapter;
- Former adéquatement les citoyens, professionnels et travailleurs à utiliser l'IA de manière responsable;
- Poursuivre la recherche et le développement en IA, particulièrement pour que cette technologie soit développée et utilisée de manière éthique;
- S'appuyer sur l'État québécois pour soutenir et orienter la transition numérique dans l'intérêt du plus grand nombre.

Figure 1 – Sommaire du rapport

PRÊT POUR L'IA



Encadrer l'intelligence artificielle

Assurer la gouvernance agile de l'IA

L'IA ne peut évoluer en dehors de tout cadre juridique. Toutefois, les normes juridiques actuelles ne sont pas toujours faciles à appliquer dans le domaine de l'IA et le droit existant comporte certaines lacunes vis-à-vis des évolutions technologiques de l'IA. Il apparaît clair aujourd'hui que le laisser-faire des dernières années en la matière a des conséquences néfastes (p. ex. : désinformation, discrimination, surveillance, etc.), lesquelles pourraient s'accroître dans le futur. La sévérité des risques que posent les nouveaux systèmes d'IA,



dont la puissance ne cesse de croître, a récemment incité de nombreux gouvernements et pays à adopter une attitude plus interventionniste en matière d'encadrement de cette technologie. Le Québec devrait faire de même.

Le Conseil recommande que le Québec entame sans tarder les travaux qui mèneront à l'adoption d'une loi-cadre spécifiquement dédiée à encadrer le développement et le déploiement responsables de l'IA dans la société (RP-1). Cette loi-cadre établirait des principes directeurs, comme ceux que l'on trouve dans la Déclaration de Montréal, relativement au développement responsable de l'IA. La loi-cadre aurait pour objectif d'instaurer des balises applicables dans le secteur tant privé que public, balises qui protégeraient les citoyens en présence de SIA comportant un risque élevé d'impact sur les droits de la personne, à l'instar d'autres secteurs d'activité comme la finance ou la santé. En outre, elle serait fondée sur la base de la sévérité des risques que posent les SIA. À titre d'exemple, on peut penser au principe de transparence, lequel a fait l'objet d'un fort consensus lors de la réflexion collective. Le principe de transparence pourrait se traduire, sur le plan juridique, par l'établissement du droit, pour toute personne, d'être informée explicitement lorsqu'elle interagit avec un SIA dans le cadre d'une prestation de service par un organisme public ou une entreprise.

En créant des règles du jeu claires, la loi-cadre renforcerait la confiance du public et aiderait les acteurs à innover en matière d'IA. Les entreprises, en particulier, ont besoin de comprendre le contexte juridique et l'environnement dans lequel elles sont appelées à naviguer pour prendre des décisions avisées concernant l'IA. Finalement, cette loi-cadre devrait être élaborée selon un processus démocratique rigoureux, qui mobiliserait les citoyens, les travailleurs et les professionnels, et ce, afin de dégager un consensus solide pour l'avenir de cette technologie dans la société québécoise.

Le Conseil recommande de déléguer la responsabilité d'assurer l'application de la loi-cadre, ainsi que le pouvoir de recommander et d'élaborer des règlements relatifs à sa mise en œuvre, à une autorité indépendante du pouvoir exécutif (RP-2). Ce chef d'orchestre aura comme objectif de coordonner, surveiller et opérationnaliser la mise en œuvre de la loi-cadre. Cette entité devrait faire preuve d'agilité et d'une grande capacité d'innovation, en plus de disposer d'une expertise approfondie sur les questions d'ordre technique liées à l'IA aussi bien que sur celles relevant de la gouvernance. Étant donné le caractère transversal de l'IA, et pour assurer sa légitimité, cette nouvelle autorité devrait exercer un pouvoir réglementaire et de surveillance selon un mode de gouvernance en réseau hautement démocratique, inspiré du fonctionnement d'entités comme l'Autorité des marchés financiers (AMF) ou l'Office des professions. De plus, les enjeux sociétaux que soulève l'encadrement de l'IA sont d'une importance telle qu'ils ne sauraient être laissés aux seuls experts de l'IA ou aux décideurs politiques. En effet, une forte participation citoyenne sera indispensable à chaque étape de la conception et de la mise en œuvre du cadre de gouvernance. Cette nouvelle autorité devrait donc également créer et animer une instance de discussion réunissant non seulement les acteurs de l'écosystème de l'IA et les organismes de réglementation, mais aussi les représentants de la société civile afin de mener un dialogue continu sur l'IA.



En mettant en place une loi-cadre, le Québec se distinguera par son leadership en matière de développement et de déploiement responsables de l'IA. Il contribuera ainsi à façonner le futur de l'IA ici tout comme ailleurs dans le monde. Il s'illustrera également par l'approche démocratique qu'il appliquera pour élaborer et mettre en œuvre son cadre de gouvernance de l'IA, notamment en mobilisant de manière innovante l'ensemble des acteurs institutionnels d'encadrement, de surveillance et de contrôle. En définitive, le Québec se démarquera par l'implantation d'un cadre de gouvernance de l'IA qui permettra ET de protéger le public québécois des retombées négatives de l'IA, ET de favoriser l'innovation dans ce secteur.

Se préparer pour un avenir transformé par l'IA

Nos sociétés ont été profondément bouleversées par la révolution numérique. L'Internet, les médias sociaux et la messagerie instantanée ont changé la façon dont nous communiquons, nous travaillons ou nous nous divertissons. Ces impacts sociétaux sont de plus en plus documentés, notamment par l'OBVIA, qui les étudie depuis plusieurs années et en a fait son champ d'expertise. La pénétration de l'IA dans la société québécoise provoquera une nouvelle vague de transformations dans toutes ses sphères d'activité. Bref, nous devons nous préparer à un avenir transformé par l'IA.

Bien que la mise en place d'un cadre de gouvernance de l'IA soit une condition essentielle pour garantir le développement et le déploiement responsables de l'IA dans la société québécoise, cela ne sera pas suffisant pour nous permettre d'exploiter au maximum le potentiel de l'IA tout en limitant ses effets négatifs.

Anticiper les changements induits par l'IA et adapter les institutions québécoises

Dans le cadre de la réflexion collective, le Conseil a tenté de cerner les principales dimensions sociales et économiques qui seront affectées par ces changements. En raison de leur importance particulière pour l'avenir du Québec, quatre thèmes ont fait l'objet d'une attention accrue : le travail, la démocratie, la culture et l'environnement.

L'intégration de l'IA dans le monde du travail offre de multiples avantages, comme l'amélioration de la productivité et des conditions de travail. L'IA a le potentiel de pallier la pénurie de main-d'œuvre, d'alléger le fardeau des tâches répétitives et dangereuses, et d'apporter un soutien aux travailleurs moins qualifiés. Cependant, cette technologie peut également conduire à une gestion inadéquate du personnel, réduire l'autonomie et les compétences des travailleurs, et même mener à la dévalorisation ou à la disparition de certains emplois. La transformation rapide du monde du travail à cause de l'IA risque d'accentuer les inégalités sociales et de ralentir l'acceptabilité sociale et professionnelle du déploiement de l'IA, encore plus si elle n'est pas accompagnée d'une modernisation du droit du travail et des politiques sociales. Seule une modernisation de cette ampleur permettra de protéger les travailleurs du chômage technologique, de la gestion algorithmique et d'autres risques comme la perte de compétences clés. **À cet effet, le Conseil recommande**



que le gouvernement lance rapidement un chantier de révision et de modernisation du droit du travail et des politiques sociales pour s'assurer que ces derniers tiennent compte de l'évolution technologique rapide de l'IA (RP-3). Il sera aussi essentiel que les travailleurs aient voix au chapitre lors de la transformation numérique de leur organisation. La création d'espaces de dialogue réunissant le patronat, les syndicats, la main-d'œuvre, les établissements de formation et d'autres acteurs clés sera donc nécessaire pour assurer l'acceptabilité sociale de l'IA au Québec. Le gouvernement devrait donner à la Commission des partenaires du marché du travail le mandat de créer un lieu de concertation démocratique et multipartite dédié, entre autres, à : l'évaluation des impacts positifs et négatifs de l'IA sur le travail et l'emploi; l'élaboration de stratégies pour en maximiser les avantages et en minimiser les inconvénients pour les travailleurs; la création et la diffusion d'outils de soutien à l'utilisation responsable de l'IA dans les organisations et les milieux de travail.

Sur le plan de la démocratie, la pénétration de l'IA dans la société pourrait entraîner la détérioration accélérée d'une situation déjà difficile. Par exemple, l'arrivée de l'IA générative, qui permet de produire facilement du texte, des images ainsi que des clips audio ou vidéo, pourrait aggraver le phénomène de la désinformation et de la mésinformation politique. Elle ouvre la porte à la circulation d'un haut volume de contenus synthétiques et d'hypertrucages, notamment sur les médias sociaux, où l'information se propage à une vitesse rapide et peut influencer sur le résultat d'un scrutin. Le Conseil encourage donc le gouvernement du Québec à renforcer la capacité d'Élections Québec pour : étudier les impacts de l'IA sur l'intégrité du processus électoral québécois et sur la participation des citoyens aux élections; protéger la vitalité de la démocratie québécoise contre les effets néfastes de certains usages de l'IA; explorer comment l'IA pourrait éventuellement servir à bonifier et soutenir la délibération démocratique. Il encourage aussi l'État à mettre sur pied un comité interdisciplinaire pour appuyer Élections Québec dans ses travaux.

Il est par ailleurs indubitable que le secteur des arts et de la culture sera l'un de ceux qui seront le plus touchés par l'IA. Par exemple, des outils comme ChatGPT, Midjourney ou resemble.ai sont maintenant en mesure de créer, instantanément et à très faible coût, des textes, des illustrations ou des musiques d'une qualité qu'il était autrefois impossible d'atteindre sans expertise humaine. L'apparition de ces outils puissants explique que, dans des segments comme celui du jeu vidéo, les entreprises ont commencé à se tourner vers l'IA pour soutenir le travail des créateurs et même, parfois, pour les remplacer. Le Conseil estime donc qu'en raison de sa fragilité relative et de son caractère unique, le secteur des arts et de la culture du Québec et la protection des droits des personnes qui y œuvrent devraient faire l'objet d'une attention particulière dans les travaux sur les impacts de l'IA sur le travail. Le gouvernement du Québec devrait collaborer étroitement avec le gouvernement fédéral pour accélérer la modernisation du droit d'auteur afin, entre autres, d'empêcher l'incorporation et l'utilisation du travail, de l'image et de la voix des artistes, sans leur consentement, dans les modèles d'IA générative.

L'IA aura aussi des effets sur la diffusion et la découvrabilité des contenus culturels. Ainsi, de grandes plateformes numériques internationales, comme iTunes, Spotify, Netflix, Audible, Prime et bien d'autres, recourent à l'IA pour suggérer des films, des émissions, des



chansons, des balados, des livres papier ou audio, et d'autres contenus à leurs abonnés. Cette pratique, qui repose sur des algorithmes au fonctionnement opaque, guide la majorité des comportements des consommateurs. À preuve, 70 % des contenus visionnés par les abonnés de Netflix ont d'abord fait l'objet d'une recommandation personnalisée du géant américain. Malheureusement, les recommandations faites par l'IA laissent moins de place aux productions du Québec qu'elles le devraient. Le Conseil encourage donc le gouvernement du Québec à activer l'ensemble des leviers à sa disposition, notamment les leviers législatifs, pour améliorer la découvrabilité des contenus culturels francophones et, aussi, autochtones sur les grandes plateformes de diffusion.

Enfin, l'IA présente un important potentiel pour contribuer à la lutte contre les changements climatiques, mais son développement et son déploiement engendrent d'importants impacts environnementaux qu'il sera crucial de limiter. Les émissions de gaz à effet de serre occasionnées par les besoins énergétiques pour le stockage des données, l'entraînement des modèles et l'utilisation des systèmes d'IA, mais aussi la contamination des sols ou de l'eau que provoque l'extraction des métaux rares pour la fabrication des infrastructures de l'IA – serveurs, microprocesseurs, etc. – sont autant d'effets négatifs directs de la montée de cette technologie. Il importera de bien comprendre et d'évaluer les coûts environnementaux des systèmes d'IA dans leurs différents domaines d'application afin de s'assurer que les avantages surpassent les inconvénients. Le Conseil encourage donc le gouvernement du Québec à appuyer la recherche sur l'analyse des impacts environnementaux des systèmes d'IA à tous les stades de leur cycle de vie, de même que les travaux sur l'IA frugale. Il encourage aussi le gouvernement à mettre en œuvre une stratégie cohérente visant à soutenir les travaux internationaux de développement des méthodes d'évaluation et des indicateurs de mesure de l'empreinte environnementale des systèmes d'IA. Il encourage enfin le gouvernement à soutenir la capacité des organisations québécoises, d'une part, à déceler et saisir les différentes possibilités qu'offre l'émergence de l'IA sur le plan environnemental, par exemple afin d'améliorer leur bilan carbone, et d'autre part, à bien évaluer et réduire les impacts environnementaux des systèmes d'IA qu'elles développent ou utilisent.

Former la nation afin que tous les Québécois profitent de l'IA et pour favoriser une adoption responsable de l'IA

Le développement du Québec est indissociable de celui de son capital humain. C'est grâce à ses investissements massifs en éducation et en formation que le Québec des années 1960 et 1970 a su s'adapter à d'importantes transformations socioéconomiques, comme la baisse en importance de l'agriculture, l'augmentation de la demande dans le secteur manufacturier pour une main-d'œuvre spécialisée et des machines de plus en plus sophistiquées, ou l'explosion du secteur tertiaire. Pour assurer son succès dans la révolution technologique mondiale que s'apprête à engendrer l'IA, le Québec devra prendre des mesures pour former sa population afin qu'elle puisse comprendre et utiliser cette technologie tout en demeurant critique à son égard.



Premièrement, pour assurer le respect des droits et des intérêts des citoyens en matière d'IA et leur permettre de s'adapter aux changements induits par la technologie dans leur quotidien comme dans leur travail, il faudra entreprendre des efforts importants pour mieux les informer sur les enjeux du développement et du déploiement de l'IA, les défis que sa montée soulève et les possibilités qu'elle ouvre. Il faudra aussi veiller à prendre des mesures pour aider les Québécois à faire preuve d'esprit critique relativement à l'IA et à leur interaction avec elle. Au vu des importantes transformations occasionnées par l'IA et des besoins éducationnels de la population québécoise, **le Conseil recommande que le gouvernement du Québec assure l'adaptation, dans les meilleurs délais, des programmes d'enseignement de la maternelle à l'université, pour que ceux-ci permettent de renforcer la littératie numérique et en IA des enfants, des élèves et des étudiants, notamment afin d'accroître leur capacité à utiliser l'IA efficacement, et à exercer leur pensée critique à son égard (RP-4)**. Le développement de ces programmes devra reposer sur des bases solides. Il conviendra donc d'élaborer notamment un référentiel des compétences que les Québécois devraient acquérir en IA et de décliner celui-ci en référentiels de compétences sectoriels (p. ex. : un référentiel des compétences en IA requises par les infirmières ou les comptables), et ce, afin que différents acteurs de l'enseignement puissent développer des formations scolaires, postsecondaires et professionnelles adaptées aux besoins.

Pour composer avec la transformation du marché du travail, plus spécifiquement, le Québec devra aussi permettre aux travailleurs de tout âge, de toute origine et de toute spécialisation d'acquérir les compétences qu'il leur manque, notamment en numérique et en IA, pour maintenir leur productivité. À ce chapitre, le Conseil encourage le gouvernement du Québec à s'assurer que la nouvelle version de la Politique gouvernementale d'éducation des adultes et de formation continue vise explicitement à augmenter la littératie numérique et en IA, et aborde de front les enjeux liés au déploiement du numérique et de l'IA dans les milieux de vie et de travail.

Toutefois, la formation continue de la main-d'œuvre ne sera pas suffisante pour éviter de prendre du retard et faire en sorte que les Québécois puissent tirer pleinement profit de l'IA et en évitent les écueils. Pour y parvenir, il faudra également augmenter le bassin d'experts et de professionnels capables de développer et de déployer l'IA dans les organisations québécoises. En effet, la demande actuelle pour la main-d'œuvre qualifiée dans ce domaine excède l'offre. Si rien n'est fait, cet écart pourrait se creuser encore davantage au cours des prochaines années. Et puisque de plus en plus d'organisations intégreront l'IA dans leurs produits, services et opérations, la demande pour les talents en IA devrait continuer à croître rapidement. Comblé adéquatement – et rapidement – cette demande sera difficile, notamment à cause du manque de formateurs en IA. **Pour rectifier la situation, le Conseil recommande au gouvernement du Québec de mettre rapidement en place un programme de formation des formateurs qui permettra aux organismes d'intermédiation du Québec, aux centres collégiaux de transfert technologique (CCTT), aux ordres professionnels ou à d'autres acteurs du genre de disposer des ressources humaines dont ils ont besoin pour accélérer la mise à niveau des connaissances en IA des travailleurs et des organisations du Québec (RP-5)**. D'autres actions devront être entreprises pour élargir le bassin d'experts en IA. Entre autres, la réalisation et la mise à jour continue d'une cartographie de l'offre de formations académiques et professionnelles sur l'IA aideront les Québécois à repérer le



parcours à suivre pour faire carrière dans le développement de l'IA ou se spécialiser en éthique de l'IA.

Propulser la R-D en IA et faire de nos chercheurs et entrepreneurs des leaders responsables de l'IA

Le Québec est reconnu à l'échelle internationale pour l'excellence de son écosystème de l'IA et son caractère hautement collaboratif. Le Québec peut en effet compter sur un bassin d'acteurs industriels, entrepreneuriaux et académiques qui contribuent à l'avancement des connaissances théoriques et pratiques en IA. Le Québec a tout intérêt à préserver et, *a fortiori*, à renforcer cet atout majeur et de le mettre à contribution pour accélérer et faciliter la transformation numérique en cours et soutenir le développement économique et social. Pour y parvenir, il faut soutenir la recherche académique, appuyer l'innovation en entreprise, se doter d'infrastructures technologiques appropriées et améliorer l'accès aux données québécoises.

Les acteurs québécois de la recherche en IA jouent un rôle déterminant dans la formation du personnel scientifique et technique hautement qualifié dont le Québec a grandement besoin pour demeurer un chef de file en recherche et développement (R-D) en IA. Par leurs activités de mobilisation des connaissances, ces acteurs améliorent la compréhension qu'ont les organisations des avantages qu'offre cette technologie, tout en leur permettant d'identifier les risques qu'elle pose et d'adopter des stratégies qui favorisent le succès de son déploiement. Ils participent également au développement de la pensée critique des Québécois en matière d'IA. Enfin, en œuvrant à l'étranger, ils contribuent à faire rayonner le Québec à l'international et à attirer des étudiants et des entreprises qui peuvent devenir des ambassadeurs du Québec en IA.

À l'heure actuelle, le financement accordé aux acteurs québécois de la recherche en IA, quoiqu'important, leur permet seulement d'aborder une *fraction* des imposants défis qui émergent dans le secteur. Des investissements conséquents seront donc nécessaires pour élaborer les nouvelles approches qui permettront d'assurer le développement responsable de l'IA dès sa conception, d'en définir les impacts avec précision ou d'établir les conditions de succès de son adoption dans la société. L'ampleur des travaux à réaliser nécessite que le Québec investisse davantage en recherche fondamentale et en recherche appliquée en IA dans tous les domaines. En somme, **afin d'assurer l'excellence du réseau de recherche québécois en IA, le Conseil recommande au gouvernement d'investir de manière significative dans des travaux de recherche, spécialement en sciences humaines et sociales, et de mobilisation des connaissances de qualité dans les divers domaines de l'IA, notamment en ce qui a trait à la sûreté de l'IA, à ses impacts sociétaux et aux conditions du succès de son adoption dans la société (RP-6).**

Par ailleurs, l'IA est un domaine fondamentalement interdisciplinaire, qui requiert autant de connaissances sociales que techniques. Mais il est aussi intersectoriel, c'est-à-dire qu'il nécessite une compréhension de l'environnement opérationnel dans lequel les systèmes d'IA sont déployés. C'est pourquoi le Conseil encourage par ailleurs le gouvernement du



Québec à soutenir de manière proactive l'apprentissage de connaissances interdisciplinaires et intersectorielles en IA chez les enseignants, les chercheurs et les étudiants des collèges et des universités du Québec. Le Conseil l'encourage également à favoriser la collaboration entre les acteurs académiques de l'IA, particulièrement les chercheurs en sciences humaines et sociales, et les acteurs non académiques de l'IA – entreprises et organismes publics – afin de stimuler des travaux de recherche « terrain » en phase avec les priorités de la société québécoise. Une telle approche permettra de développer des connaissances scientifiques mieux adaptées à la réalité québécoise et aux secteurs d'application de l'IA.

En outre, le succès des efforts réalisés par le Québec pour développer l'IA de manière plus responsable reposera sur le travail des entreprises qui développent les applications de l'IA. Le gouvernement a déployé ces dernières années des stratégies de soutien au développement de l'IA qui ont globalement favorisé leur essor. Ainsi, près de 600 sociétés de toutes tailles offrent actuellement des services et des produits en IA au Québec. Ce nombre illustre que les développeurs d'ici affichent une forte capacité à innover et à se servir de l'IA pour répondre aux défis logistiques, organisationnels ou commerciaux de leurs clients. **Le Conseil recommande au gouvernement du Québec d'offrir un soutien accru pour aider les entreprises à se distinguer dans le marché émergent du développement responsable de l'IA afin de leur permettre de développer et de commercialiser des outils (logiciels, méthodologies ou cadres d'évaluation) qui serviront spécifiquement à : encadrer le fonctionnement de l'IA; accroître la sûreté et la fiabilité de cette technologie; évaluer la robustesse ou la qualité des produits et services propulsés par l'IA; certifier les systèmes d'IA conçus par les entreprises (RP-7).** En somme, le Conseil encourage le gouvernement du Québec à augmenter substantiellement le soutien aux projets qui visent spécifiquement le développement responsable de l'IA. Le Conseil invite aussi le gouvernement à se servir de ses stratégies, programmes et autres initiatives comme levier pour accélérer le virage numérique des organisations québécoises, en particulier pour promouvoir activement, auprès de celles-ci, l'adoption de pratiques exemplaires et éthiques de production, de collecte et de traitement des données, une condition de base au développement et à l'utilisation responsables de l'IA.

Afin que les entreprises demeurent concurrentielles, il faudra aussi favoriser l'apprentissage de connaissances de pointe sur les normes et les meilleures pratiques en IA à l'échelle canadienne et internationale. Le Conseil encourage donc le gouvernement à élaborer et mettre en œuvre une stratégie cohérente de participation du Québec aux travaux canadiens et internationaux sur l'encadrement et la normalisation de l'IA, ainsi qu'une stratégie de diffusion et d'opérationnalisation des résultats de ces travaux au profit des organisations québécoises.

L'accès à une puissance de calcul suffisante (p. ex. : superordinateurs, logiciels spécialisés, espace de stockage, services de transfert des données, etc.) est essentiel au développement, au déploiement et à la maintenance responsables de systèmes d'IA toujours plus sophistiqués. Cela s'avère tout aussi vrai pour la réalisation, par des chercheurs ou des organismes de réglementation, de simulations et de tests approfondis qui permettront de comprendre le fonctionnement des SIA conçus par les grands acteurs du domaine, de



repérer leurs lacunes, comme les biais dont ils font preuve, et de les protéger adéquatement contre les attaques. **Le Conseil recommande par conséquent au gouvernement du Québec d’augmenter la puissance de calcul à laquelle les acteurs de l’écosystème québécois de l’IA ont accès, en appuyant les acteurs locaux qui développent le réseau d’infrastructures québécoises et en soutenant activement la création d’un organisme de collaboration international dédié à la recherche en IA – un « CERN* » de l’IA – dont l’un des chapitres serait installé au Québec (RP-8).** Un tel organisme international, libre de la logique économique qui domine le secteur privé, pourrait notamment favoriser le développement de systèmes d’IA ambitieux destinés en priorité à l’atteinte de grands objectifs sociétaux dans des secteurs comme la santé ou l’éducation.

En plus de se doter d’une puissance de calcul suffisante, le Québec doit produire et valoriser des données de haute qualité pour entraîner des systèmes d’IA qui tiennent compte de ses spécificités, de sa réalité et de ses besoins. En particulier, les systèmes d’IA générative que les Québécois utilisent ne répondent pas toujours de manière optimale à leurs besoins et attentes. En effet, cela est en partie dû au fait que les modèles statistiques sont construits à partir d’une trop faible quantité de données en langue française et de données québécoises. Pour favoriser le développement et le déploiement hautement responsables de SIA qui sont véritablement centrés sur les besoins des Québécois, **le Conseil recommande au gouvernement du Québec d’imiter la Suède en soutenant le développement d’une banque de données culturelles nationales de haute qualité en français et en langues autochtones (RP-9).**

Enfin, d’énormes progrès restent à faire avant que l’on puisse pleinement exploiter la valeur de l’ensemble des données de toutes sortes qui sont présentes dans l’économie québécoise. Il faudra en particulier créer un environnement qui facilite l’accès aux données, leur mobilité et leur réutilisation par l’ensemble des acteurs économiques et sociaux. C’est à cette condition que les données pourront servir à générer un maximum d’avantages pour le Québec. Sachant cela, **le Conseil recommande au gouvernement du Québec d’élaborer une véritable stratégie nationale pour valoriser les données numériques du privé, de la recherche, de l’administration publique et de la société civile afin de favoriser le partage des données entre ces secteurs (RP-10).** La mise en œuvre de cette recommandation permettra de développer une vision cohérente et mobilisatrice, pour faire du Québec une économie des données à la fine pointe, prête à saisir les occasions qu’offre l’IA et à relever les défis qu’elle pose.

Faire preuve d’ambition et positionner l’État québécois en leader et modèle dans le domaine de l’IA

Le gouvernement du Québec s’est positionné comme un pionnier dans le domaine de l’IA en devenant l’une des premières administrations publiques au monde à se doter d’une stratégie

* Cet organisme mondial ferait en IA ce que l’Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) a fait dans ce secteur.



interne d'adoption de cette technologie. Bien qu'ambitieuse, les efforts requis pour transformer l'administration publique québécoise en un modèle à suivre en matière de développement et de déploiement responsables de l'IA demeurent importants et ne doivent pas ralentir.

C'est pourquoi le Conseil encourage premièrement le gouvernement du Québec à renforcer le cadre de gouvernance de l'IA dont s'est dotée l'administration publique québécoise et à en accélérer la mise en œuvre. En effet, ce cadre a été conçu *avant* l'émergence de l'IA générative, des agents conversationnels basés sur de grands modèles de langage, comme ChatGPT. Il ne tient donc pas compte de ce changement de paradigme majeur et de ses impacts potentiels sur l'ensemble des missions de l'État. Le gouvernement du Québec devrait, entre autres, créer un registre public des systèmes d'IA déployés au sein de l'administration publique. Il devrait mettre en place des outils d'analyse de risques des systèmes d'IA, soit l'équivalent de la directive fédérale sur la prise de décisions automatisée et de l'outil fédéral d'évaluation de l'incidence algorithmique, tout en en élargissant la portée afin qu'ils touchent l'ensemble des systèmes d'IA déployés dans l'administration publique québécoise, dont ceux utilisés pour communiquer avec la population. Le gouvernement devrait aussi développer et adopter un plan d'action visant à assurer la participation des citoyens et des fonctionnaires aux efforts de conception, de développement, de déploiement et d'évaluation des SIA susceptibles de les affecter ou d'avoir une incidence sur leur travail pour en favoriser le déploiement réussi. De surcroît, le gouvernement devrait définir des critères de responsabilité rigoureux – environnementaux, économiques, éthiques, légaux et sociétaux – quant au développement et au déploiement de l'IA qui seraient intégrés à même les appels d'offres et les programmes gouvernementaux de soutien à la recherche scientifique et aux travaux de R-D des entreprises.

Deuxièmement, **le Conseil recommande au gouvernement du Québec de lancer dès maintenant le programme « IA pour le Québec » en mettant à la disposition des ministères, des organismes, des sociétés d'État et des municipalités, une enveloppe budgétaire d'envergure dédiée à la planification et à la mise en œuvre responsables de projets en IA hautement stratégiques (RP-11)**. Les premières entités admissibles au programme « IA pour le Québec » devraient être les acteurs gouvernementaux chargés de remplir les missions essentielles de l'État, qu'il s'agisse de soigner les malades, d'éduquer les enfants ou de lutter contre les changements climatiques. Le programme « IA pour le Québec » devrait être combiné à des mesures visant à soutenir la mise en œuvre, par les municipalités québécoises, de projets de développement et de déploiement responsables de l'IA qui favoriseront l'atteinte d'objectifs importants pour leurs citoyens.

Troisièmement, le Conseil encourage le gouvernement du Québec à accélérer substantiellement la réalisation du chantier visant à rehausser les compétences numériques des employés de l'administration publique, de même que celui de la mise en œuvre de stratégies touchant le recrutement, la formation, la requalification et l'accompagnement des employés de l'État. L'IA constitue en effet une technologie de pointe dont le développement et le déploiement efficaces et responsables par l'État québécois dépendront en très grande partie de la présence simultanée de deux capacités : celle d'attirer et de fidéliser des experts en développement de systèmes d'IA, mais aussi en



éthique, en philosophie, en droit, en santé, en éducation ou en foresterie; celle de transmettre de nouvelles compétences et de nouveaux savoir-faire aux fonctionnaires.

Conclusion : poursuivre le travail

La démarche supervisée par le Conseil a mobilisé les forces vives de l'écosystème québécois de l'IA pendant plusieurs mois. Mais le travail ne fait que commencer. Plusieurs des recommandations du présent rapport nécessiteront d'entamer des réflexions ou d'entreprendre des actions qui se poursuivront durant plusieurs années.

Il est crucial que l'élan qu'ont insufflé les consultations menées par le Conseil se poursuive. Il est aussi important que plusieurs des pistes d'encadrement recommandées dans ce document soient explorées à court terme, sans attendre que l'ensemble du cadre de gouvernance de l'IA proposé soit mis sur pied. Par conséquent, **le Conseil recommande au gouvernement de créer sans attendre un comité de pilotage transitoire sur la gouvernance de l'IA afin de poursuivre les travaux visant à encadrer adéquatement l'IA et de mettre en place les conditions propices à l'intégration réussie de l'IA dans la société québécoise (RP-12).**

La création de ce comité devrait s'effectuer dans les trois mois qui suivent le dépôt du présent rapport. Ce comité aurait pour mission principale de développer un plan d'action cernant les acteurs appelés à jouer un rôle clé dans la mise en œuvre des recommandations prioritaires et complémentaires dudit rapport. Ce plan d'action déterminerait également un calendrier de réalisation.

En terminant, le succès de l'IA dans la société québécoise dépendra de la capacité de l'État et de ses partenaires à mettre en œuvre des actions réfléchies et coordonnées pour encadrer son développement et son utilisation responsables afin de minimiser les risques liés à son déploiement et de préparer le Québec tout entier aux bouleversements socioéconomiques qu'occasionnera cette technologie.

Les recommandations exposées dans le présent rapport matérialisent en quelque sorte une idée formulée par le professeur Yoshua Bengio et qui devrait, selon nous, guider les actions du Québec dans les années et les décennies à venir : « En réalité, nous n'avons pas à choisir. Nous pouvons avoir des progrès en IA et la sécurité et la participation démocratique¹ ». Il faut maintenant passer à l'action.



Table des matières

PRÊT POUR L'IA - RÉPONDRE AU DÉFI DU DÉVELOPPEMENT ET DU DÉPLOIEMENT	
RESPONSABLES DE L'IA AU QUÉBEC	I
À PROPOS DE LA DÉMARCHE	II
REMERCIEMENTS	III
LISTE DES ENCADRÉS	IV
LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES SIGLES ET DES ACRONYMES	V
MOT DE LUC SIROIS	VI
MOT DE FRANZ SAINTELLEMY	VIII
SOMMAIRE EXÉCUTIF	IX
CONTEXTE	1
ENCADRER L'IA, UN IMPÉRATIF	1
QU'EST-CE QUE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET QU'ENTEND-ON PAR DÉVELOPPEMENT ET DÉPLOIEMENT	
RESPONSABLES DE L'IA?	4
S'APPUYER SUR LE LEADERSHIP QUÉBÉCOIS EN IA POUR METTRE CETTE TECHNOLOGIE AU SERVICE DU	
DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DU QUÉBEC	6
ENCADRER L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	10
1. ASSURER LA GOUVERNANCE AGILE DE L'IA	11
1.1. ENCADRER ET INNOVER VONT DE PAIR : LA VISION QUÉBÉCOISE DE LA GOUVERNANCE DE L'IA	13
1.2. FAIRE D'UNE LOI QUÉBÉCOISE SUR L'ENCADREMENT DE L'IA LE CŒUR DU MODÈLE DE GOUVERNANCE	17
1.3. DÉLÉGUER LA MISE EN ŒUVRE DE LA LOI-CADRE À UNE ENTITÉ INDÉPENDANTE	25
1.4. OUTILLER LES DÉCIDEURS ET LE PUBLIC SUR LES QUESTIONS DE GOUVERNANCE DE L'IA	28
RECOMMANDATIONS COMPLÉMENTAIRES DU CHAPITRE 1	30
SE PRÉPARER POUR UN AVENIR TRANSFORMÉ PAR L'IA	31
2. ANTICIPER LES CHANGEMENTS INDUITS PAR L'IA ET Y ADAPTER LES INSTITUTIONS	
QUÉBÉCOISES	32
2.1. PROTÉGER LES TRAVAILLEURS DES EFFETS NÉGATIFS DE L'IA	33
2.2. RENFORCER LA DÉMOCRATIE QUÉBÉCOISE POUR RELEVER LES DÉFIS QUE POSE L'IA	38
2.3. PROTÉGER LES ARTISTES ET LES TRAVAILLEURS CULTURELS ET L'EXPRESSION DE LA DIVERSITÉ	
CULTURELLE QUÉBÉCOISE	42
2.4. MINIMISER LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE L'IA TOUT EN TIRANT PARTI DES POSSIBILITÉS QU'ELLE	
OFFRE	46
RECOMMANDATIONS COMPLÉMENTAIRES DU CHAPITRE 2	49
3. FORMER LA NATION AFIN QUE TOUS LES QUÉBÉCOIS PROFITENT DE L'IA ET POUR	
FAVORISER UNE ADOPTION RESPONSABLE DE L'IA	51
3.1. UN BASSIN DE TALENTS IMPORTANT, MAIS INSUFFISANT	53



3.2. AMÉLIORER LA LITTÉRATIE EN IA DE LA POPULATION DU QUÉBEC, DE MÊME QUE LES SAVOIRS ET LES COMPÉTENCES EN IA DES ORGANISATIONS ET DES TRAVAILLEURS	55
RECOMMANDATIONS COMPLÉMENTAIRES DU CHAPITRE 3	64
4. PROPULSER LA R-D EN IA ET FAIRE DE NOS CHERCHEURS ET ENTREPRENEURS DES LEADERS RESPONSABLES DE L'IA.....	65
4.1. MAINTENIR LE LEADERSHIP QUÉBÉCOIS EN RECHERCHE	67
4.2. MOBILISER LE SECTEUR PRIVÉ EN FAVEUR DU DÉVELOPPEMENT ET DU DÉPLOIEMENT RESPONSABLES DE L'IA	73
4.3. SE DOTER D'INFRASTRUCTURES NATIONALES DE QUALITÉ EN IA POUR RÉALISER NOS AMBITIONS : DONNÉES ET PUISSANCE DE CALCUL	80
RECOMMANDATIONS COMPLÉMENTAIRES DU CHAPITRE 4	89
5. FAIRE PREUVE D'AMBITION ET POSITIONNER L'ÉTAT QUÉBÉCOIS EN LEADER ET MODÈLE DANS LE DOMAINE DE L'IA	90
5.1. RENFORCER LE CADRE DE GOUVERNANCE DE L'IA DANS L'ADMINISTRATION PUBLIQUE ET ACCÉLÉRER SA MISE EN ŒUVRE	93
5.2. LANCER DES PROJETS D'IA AMBITIEUX POUR RÉSOUDRE DES DÉFIS SOCIÉTAUX PRIORITAIRES	100
5.3. DOTER L'ADMINISTRATION PUBLIQUE DE L'EXPERTISE DONT ELLE A BESOIN EN IA	103
RECOMMANDATIONS COMPLÉMENTAIRES DU CHAPITRE 5	105
6. CONCLUSION : POURSUIVRE LE TRAVAIL	106
ANNEXES	108
<u>I. LISTE DES RECOMMANDATIONS PRIORITAIRES ET COMPLÉMENTAIRES</u>	<u>108</u>
<u>II. QUELQUES EXEMPLES ET CAS D'UTILISATION QUI ILLUSTRONT LES PROMESSES DE L'IA</u>	<u>116</u>
<u>III. QUELQUES EXEMPLES DES RISQUES QUE COMPORTENT LES SYSTÈMES D'IA</u>	<u>120</u>
<u>IV. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	<u>124</u>

PRÊT POUR L'IA :

RÉPONDRE AU DÉFI DU DÉVELOPPEMENT ET DU DÉPLOIEMENT RESPONSABLES DE L'IA AU QUÉBEC

COLLABORER (*)
QL-CANADA

CANADA

+ GPAI
+ PCAIS

+ Partage de
Responsabilités
Constitutionnelles
→ arrangement
Ex: OI

C-27

INDIVIDUS
* PARTICIPATION
de nos chercheurs,
entreprises,
DES
FORUMS
REGULATI

+ Code conduite
+ OCDE GR travail IA (UE)
+ R-U : 1^{er} sommet mondial
+ ONU (automne...)

S'appuyer sur les organisations
qui incluent Sud Global + Nord Global

gradatim narrative
caractère
obligatoire

Participa
citoyen
- bien identifier
Séjours d'éduc
Leadership
- Human-centre design (adap
↳ Coller à outils pour
entreprises
- Miser sur l'adop
Carrière de pointe des prof
de la mise en œuvre

Retours
UE Act Act
Conseil de l'Europe



CONTEXTE

Encadrer l'IA, un impératif

La performance des systèmes d'IA a remarquablement progressé ces dernières années. Ceux-ci sont désormais capables d'accomplir des tâches qui nécessitaient auparavant l'intervention de l'intelligence humaine, comme la reconnaissance d'images, le traitement rapide de grandes masses d'information écrite ou la création de contenus relativement originaux. Prometteurs, les systèmes d'IA sont désormais utilisés pour résoudre une diversité de problèmes comme faire des prédictions, émettre des recommandations et prendre des décisions dans le cadre de situations variées.

En fait, l'IA contribue déjà à la prospérité du Québec et à la qualité de vie des Québécois. Du secteur des ressources à celui des services en passant par l'industrie manufacturière, l'IA transforme nos manières de travailler, de produire, de nous divertir, de nous déplacer, etc. Tandis qu'un grand nombre d'organisations québécoises utilisent déjà la reconnaissance vocale, le traitement automatique des images, l'analyse prédictive et/ou les robots, l'arrivée de l'IA générative laisse entrevoir une accélération des transformations qui s'opèrent. L'implantation de systèmes d'IA, par exemple pour traduire des documents, conduire une voiture, économiser l'énergie ou poser des diagnostics, améliore déjà le quotidien des Québécois (voir l'annexe I pour des exemples des promesses de l'IA).

Cependant, il est important de reconnaître que l'IA et son adoption à grande échelle viennent avec leur lot de défis et de risques. En outre, le Québec n'est pas à l'abri des effets néfastes de l'IA, dont la montée ne fait que s'amorcer. À mesure que cette technologie se développe, il est crucial pour l'État québécois de veiller à ce qu'elle soit utilisée de manière responsable.

La recherche sur le fonctionnement des systèmes d'IA et sur les impacts de leur déploiement dans la société a révélé l'existence de lacunes ou de manquements qui suscitent, à juste titre, des inquiétudes croissantes au sein du public. Par exemple, des gens s'inquiètent, lorsqu'ils discutent avec le service client d'une organisation, de ne pas savoir s'ils interagissent ou non avec un système d'IA. Certains ne comprennent pas pourquoi un système d'IA a pris une décision particulière dans un dossier les concernant. D'autres sont alarmés par : les résultats discriminatoires que produisent parfois les algorithmes; la manière dont les grandes entreprises utilisent des renseignements personnels pour entraîner leurs modèles; des usages malveillants de l'IA comme la propagation accélérée de fausses informations, la multiplication des hypertrucages ou les cyberattaques; les accidents de véhicules autonomes; le recours de l'IA dans la sphère militaire. Enfin, des personnes sont préoccupées par les impacts économiques découlant du recours accru à l'IA dans les organisations, comme les pertes d'emploi et l'accroissement des inégalités sociales et économiques, ou encore la concentration des pouvoirs entre les mains d'une poignée de grandes entreprises (voir l'annexe II pour des cas et des exemples concrets des risques de l'IA).



Alors que les géants de la technologie se sont lancés dans une course effrénée pour développer les capacités des systèmes d'IA, de plus en plus d'experts tirent eux aussi la sonnette d'alarme pour sensibiliser les décideurs aux risques liés au développement incontrôlé de l'IA. De nombreux experts et dirigeants de calibre mondial, dont le professeur québécois Yoshua Bengio, ont demandé en mars 2023 [un moratoire d'au moins six mois sur le développement des systèmes d'IA avancés](#)². En octobre 2023, un nouveau contingent de spécialistes, qui incluait encore le professeur Bengio, a demandé [l'adoption rapide de mesures de gouvernance robustes](#) pour contenir les risques liés au développement des systèmes d'IA³.

L'intégration croissante de l'IA dans toutes les sphères de la société et les risques que présente le recours à cette technologie soulèvent des enjeux de plus en plus pressants relativement :

- à leur gouvernance;
- aux principes éthiques qui devraient sous-tendre leur utilisation;
- à la responsabilité, en cas de problème, des parties impliquées dans leur développement;
- aux impacts environnementaux directs et indirects liés à l'entraînement des modèles.

Il n'est donc pas surprenant que la question du développement et de l'utilisation responsables de l'IA ait pris une place croissante dans le discours public et le dialogue social ces derniers mois. Les gouvernements du monde entier ont entendu ces appels et travaillent désormais à établir des balises pour assurer que les systèmes d'IA fonctionnent de manière éthique et sûre, qu'ils soient dignes de confiance et servent le bien public. Le Québec participe à ce mouvement.

La réflexion collective pilotée par le Conseil de l'innovation du Québec à la demande du ministre de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie a porté sur six thématiques clés relatives à la gouvernance de l'IA. Elle a engagé le Conseil et les intervenants consultés dans un dialogue enrichissant sur les valeurs, les aspirations et les principes fondamentaux qui devraient guider l'adoption de l'IA au Québec. D'une part, la démarche a permis de cerner **les caractéristiques requises pour que le futur cadre de gouvernance québécois de l'IA** renforce la confiance des citoyens envers cette technologie, maximise ses retombées positives et minimise ses répercussions négatives. D'autre part, elle a aussi permis de mener une réflexion approfondie sur **les conditions pour que l'ensemble des membres de la société québécoise puissent s'épanouir** dans cette nouvelle ère de l'IA et, donc, sur les moyens à déployer pour que les bénéfices de l'IA soient partagés de manière équitable, sans négliger les impératifs de bien-être des travailleurs, des citoyens et de l'environnement, des considérations cruciales. Finalement, les parties prenantes se sont également penchées sur **les mesures concrètes à prendre pour insuffler impulsion et ambition aux acteurs québécois, et ce, afin qu'ils se positionnent comme de véritables leaders du développement et de l'utilisation responsables de l'IA**. Cette réflexion collective aura constitué une étape cruciale dans la définition d'un consensus solide pour l'avenir de cette technologie dans la société québécoise.



Figure 2 – Liste des thématiques et de leurs responsables



LE CADRE DE GOUVERNANCE DE L'IA



LES IMPACTS DE L'IA SUR LE TRAVAIL ET LE MARCHÉ DE L'EMPLOI



LE CADRE DES INVESTISSEMENTS EN RECHERCHE ET DANS LE SECTEUR PRIVÉ



LES IMPACTS SOCIÉTAUX DE L'IA : DÉMOCRATIE, ENVIRONNEMENT, ARTS ET CULTURE



LE CADRE D'UTILISATION DE L'IA PAR L'ÉTAT



LE RÔLE DU QUÉBEC DANS L'ENCADREMENT INTERNATIONAL DE L'IA

Le présent rapport se décline en deux volets. Le premier volet aborde de front la question de la gouvernance de l'IA du point de vue de son encadrement législatif et réglementaire. Cette dimension est la condition *sine qua non* pour bâtir la confiance du public et établir des règles du jeu qui seront claires et favorables à l'innovation pour les acteurs locaux.

Le second explore quatre grands objectifs que le Québec ne doit pas perdre de vue s'il souhaite se préparer pour un avenir transformé par l'IA, soit :

- le besoin d'être vigilant face aux changements sociétaux provoqués par l'IA et d'adapter ses institutions;
- l'urgence de rehausser la littératie numérique dans la population et les organisations;
- l'importance de poursuivre les investissements pour soutenir la recherche et le développement responsable de l'IA;
- le rôle que l'État québécois peut jouer comme modèle et leader responsable de l'IA.

Le rapport contient 12 recommandations prioritaires, mais également un ensemble de 25 recommandations complémentaires qui reflètent la richesse des échanges menés par les acteurs de la réflexion collective et la complexité des enjeux qui y ont été soulevés.

Encadré 1 – Recommandations principales et recommandations complémentaires

Une consultation de cette ampleur est nécessairement riche en apprentissages et en idées de toutes sortes. Le présent rapport a donc requis un exercice rigoureux de synthèse par ordre de priorité. Le Conseil a d'abord déterminé 12 recommandations principales, dont l'impact, si elles sont mises en œuvre, sera déterminant pour la création d'un cadre de gouvernance solide pour l'IA au Québec. Puis, afin de rendre justice à l'intelligence collective qui a émané de la consultation, le Conseil a également formulé 25 recommandations complémentaires qui pourraient déterminer divers aspects de l'encadrement de l'IA ou de la mise en place de conditions propices à son acceptabilité sociale et à son adoption dans la société.



Qu'est-ce que l'intelligence artificielle et qu'entend-on par développement et déploiement responsables de l'IA?

En novembre 2023, l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) adoptait une toute nouvelle définition de ce qu'est un système d'IA: c'est un système « qui fonctionne grâce à une machine et est capable d'influencer son environnement en produisant des résultats (tels que des prédictions, des recommandations ou des décisions) pour répondre à un ensemble donné d'objectifs. Il utilise les données et les intrants générés par la machine et/ou apportés par l'homme afin de (i) percevoir des environnements réels et/ou virtuels; (ii) produire une représentation abstraite de ces perceptions sous forme de modèles issus d'une analyse automatisée (p. ex. : l'apprentissage automatisé) ou manuelle; et (iii) utiliser les déductions du modèle pour formuler différentes options de résultats. Les systèmes d'IA sont conçus pour fonctionner de façon plus ou moins autonome⁴ ».

Cette définition, bien qu'adéquate, ne met pas en évidence les différentes catégories d'IA existantes. On retrouve ainsi ce que l'on qualifie d'IA faible, soit une IA qui, selon Datafranca, « reproduit un comportement intelligent dans un domaine précis ». Cette IA « n'est pas capable de comprendre ses actions, mais elle peut apprendre et résoudre des problèmes spécialisés. Par exemple, une IA faible peut être experte du jeu d'échecs, mais être nulle en cuisine⁵ ».

Un nouveau type d'IA a vu le jour récemment, soit l'IA générative. Il s'agit d'un « sous-ensemble de l'apprentissage profond où l'on entraîne des modèles à base de réseaux de neurones qui peuvent ensuite produire de nouveaux contenus, notamment des textes (par les grands modèles de langue), des images (par la génération texte-à-image), de l'audio et des données synthétiques. En d'autres mots, un système d'IA générative apprend de données existantes, puis crée un nouveau contenu similaire aux données sur lesquelles il a été entraîné⁶ ».

L'apparition de l'IA générative est perçue par plusieurs comme un pas vers un autre type d'IA que l'on appelle l'IA forte. Il s'agit d'une « IA générale capable de résoudre tout genre de problème. Par extension, l'IA forte recouvre la pleine intelligence et la conscience de soi [...]. C'est l'aptitude d'une machine capable non seulement de reproduire les capacités de réflexion et d'interaction intelligentes [...], mais aussi d'avoir une conscience, des sentiments et la compréhension de ses propres raisonnements⁷ ».

Les utilisations de l'IA sont nombreuses. Par exemple, elle peut servir à : traduire des textes; distinguer automatiquement une pièce d'avion défectueuse; optimiser un trajet de livraison pour gagner du temps; générer des images sur la base de simples descriptions; établir la probabilité qu'un client réponde positivement à une offre de rabais; produire des résumés d'article; détecter les faiblesses en mathématique d'un étudiant et lui proposer des exercices sur mesure; classer les pièces de bois achetés par un manufacturier selon l'utilisation qui peut en être faite; jouer aux échecs, au go ou à d'autres jeux; détecter des exoplanètes⁸.



Toutes les utilisations de l'IA ne sont pas aussi risquées les unes que les autres. Par exemple, dans le secteur de la santé, il paraît très risqué de se tourner vers l'IA pour déterminer, à partir de captures d'écran, si un travailleur souffre, ou pourrait bientôt souffrir, d'épuisement ou de maladie mentale, notamment en raison du manque de précision des algorithmes existants. De surcroît, l'utilisation inappropriée des résultats d'un tel outil pourrait avoir des effets dévastateurs sur la vie de l'individu⁹. S'appuyer sur l'IA générative pour poser des diagnostics soulève aussi des risques élevés puisque « les modèles de langage à grande échelle génèrent des réponses qui peuvent sembler autoritaires et plausibles pour un utilisateur final [mais qui] peuvent être complètement incorrectes ou contenir des erreurs graves, en particulier pour les réponses liées à la santé¹⁰ ». Enfin, le développement d'algorithmes pour découvrir de nouveaux médicaments est porteur de grandes promesses, mais il suscite aussi beaucoup d'inquiétude, dans la mesure où ces mêmes algorithmes pourront être exploités par des acteurs mal intentionnés pour créer de nouvelles toxines ou des éléments pathogènes.

Par contre, recourir à l'IA pour optimiser les horaires de travail du personnel, créer des simulations informatiques grâce auxquelles les étudiants en médecine pourront s'entraîner à opérer des patients, faire le dépistage préliminaire de cancers de la peau ou de maladies oculaires, ou permettre à une personne handicapée de donner des commandes verbales aux objets qui l'entourent semble présenter moins de risques de dérapage, même si ces exemples concernent le secteur de la santé et des services sociaux, hautement critique pour le bien-être de la population*.

Il découle de ce qui précède qu'il faudra développer un cadre de gouvernance équilibré. Le développement et le déploiement des systèmes d'IA présentent peu d'enjeux dans une bonne part des cas. Or, dans certaines situations, il existe des risques réels que ces systèmes aient un impact négatif élevé sur les individus et la collectivité : atteinte à la vie privée, biais discriminatoire, manque de transparence, perte d'autonomie des individus, etc. Le cadre québécois de gouvernance de l'IA devra véritablement servir à encadrer l'utilisation qui est faite, dans la société et l'économie, des types d'IA qui sont les plus risqués.

Il découle aussi de ce qui précède que différents niveaux de contrainte pourront être utilisés pour encadrer le développement et le déploiement des systèmes d'IA plus risqués. Par exemple, demander aux entreprises de respecter un code de conduite sur une base volontaire paraîtra nettement plus indiqué dans le cas d'une IA dont la création et l'utilisation posent un risque relativement faible (p. ex. : optimiser des horaires de travail) que dans celui où ces dernières soulèvent un risque élevé (p. ex. : déterminer l'état de santé mentale d'une personne).

* Pour en savoir plus sur les risques que soulève l'intégration de l'IA dans le système de santé québécois, marqué entre autres par le peu d'avancement en matière de numérisation, vous pouvez consulter l'avis de la Commission de l'éthique en science et en technologie, [La transformation numérique du réseau de la santé et des services sociaux en vue d'intégrer l'intelligence artificielle : un regard éthique](#).



En définitive, l'objectif est que les acteurs de l'IA actifs au Québec développent et déploient l'IA de manière responsable, qu'ils le fassent volontairement ou qu'ils y soient incités ou forcés par le cadre de gouvernance mis en place. En s'appuyant sur une définition d'UN-Habitat, on peut définir le développement et le déploiement responsables de l'IA comme « une approche où le cycle de vie d'un système d'IA doit être conçu pour respecter, voire renforcer, un ensemble de valeurs et de principes fondamentaux, comme ceux portés par la Déclaration universelle des droits de l'homme, les objectifs du développement durable ou des principes éthiques comme l'équité, la vie privée et la responsabilité. Dans ce contexte, l'objectif poursuivi par un système d'IA – qu'il vise à automatiser des tâches administratives ou soutenir la lutte contre la crise climatique – est pertinent, mais secondaire. Quand on parle d'IA développée et déployée de façon responsable, on souligne plutôt l'importance de réfléchir de manière holistique et attentive à la conception de tout système d'IA, quel que soit son domaine d'application ou son objectif. C'est l'ensemble des choix – implicites et explicites – faits dans la conception du cycle de vie d'un système d'IA qui rendent [le développement ou l'utilisation de ce dernier] responsable ou irresponsable¹¹ ».

S'appuyer sur le leadership québécois en IA pour mettre cette technologie au service du développement économique et social du Québec

L'écosystème québécois de l'IA a connu une forte croissance et un dynamisme remarquable ces dernières années. Aujourd'hui, le Québec se classe au 7^e rang des leaders mondiaux en IA selon le [classement de la société britannique Tortoise](#)¹². Il occupe aussi la 5^e place sur le plan de la recherche en IA, devançant des pays comme la Grande-Bretagne ou l'Allemagne, un exploit extraordinaire pour une petite nation comme le Québec.

Ce succès est le résultat de la mise en œuvre de la [Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en IA](#)¹³ ainsi que des investissements publics et privés^{*} substantiels réalisés ces dernières années pour soutenir la recherche, l'entrepreneuriat et l'innovation dans ce secteur de pointe. Ces investissements ont permis au Québec de se positionner comme un acteur incontournable du domaine de l'IA et de jouir d'une reconnaissance internationale en tant que pôle névralgique du développement de cette technologie.

On trouve aujourd'hui, au Québec, l'une des plus importantes concentrations de chercheurs au monde dans le domaine de l'IA : plus de 80 institutions de recherche et de transfert¹⁴ sont réparties sur tout le territoire. Ce réseau se distingue par la forte collaboration de ses membres. Le bassin de talent québécois en IA – scientifiques de données, de spécialistes en apprentissage automatique, d'architectes de solutions, de programmeurs, etc. – est l'un des plus diversifiés en Amérique du Nord¹⁵. Malgré la petite taille de son marché, le Québec

* Le gouvernement québécois a investi quelque 800 M\$ en IA depuis 2017 pour soutenir la recherche et de l'innovation dans le domaine de l'IA, développer un bassin de talents qualifiés et accélérer l'adoption par les entreprises, une somme qui s'ajoute aux 500 M\$ engagés par le gouvernement du Canada. Sources : Chiffres du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie, 2023 et Rapport de PwC, [Analyse économique des investissements réalisés en intelligence artificielle au Québec](#).



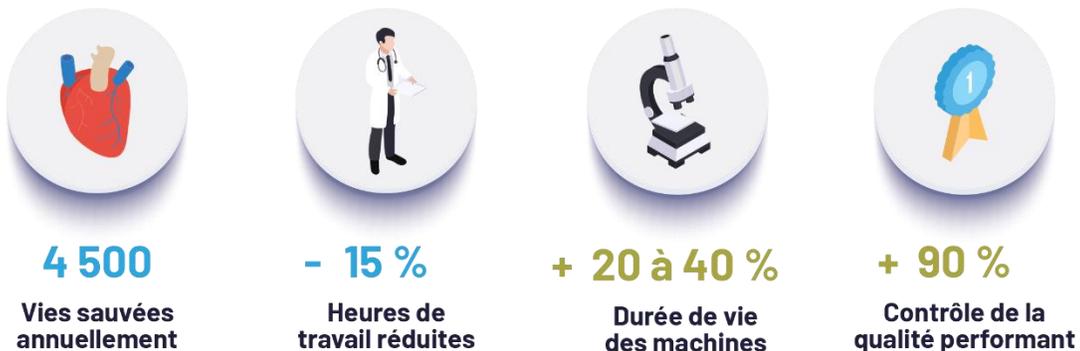
compte près de 475 entreprises qui développent des applications et des solutions d'IA¹⁶, et près de 120 entreprises de services spécialisés en IA¹⁷. Le dynamisme de l'écosystème québécois de l'IA a attiré plus d'une vingtaine de géants technologiques, comme Microsoft, Google, Meta et IBM, qui ont ouvert des laboratoires dédiés à l'IA dans les régions de Montréal et Québec¹⁸. Grâce à un réseau d'organismes de soutien composé de dizaines d'incubateurs, d'accélérateurs et de fonds de capital de risque spécialisés en IA, l'entrepreneuriat local se porte bien, avec plus de 240 jeunes pousses¹⁹ actives dans le domaine.

Par ailleurs, le Québec se distingue par ses nombreux travaux sur les questions entourant le développement et l'utilisation responsables de l'IA. On doit au Québec la [Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'IA](#), l'un des jeux de principes sur l'IA les plus complets au monde. On lui doit aussi la création de l'un des premiers observatoires sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique : l'[OBVIA](#).

Le positionnement du Québec paraît donc très favorable pour tirer profit de l'IA, une technologie hautement prometteuse dans laquelle les États et les entreprises investissent fortement (voir la figure 3).

Figure 3 – Les retombées potentielles de l'adoption de l'IA²⁰

Secteurs de la santé & du manufacturier



Plusieurs études démontrent que l'IA aura un impact substantiel sur la productivité et la capacité des organisations à innover et, de ce fait, à renforcer leur avantage concurrentiel sur les marchés²¹. Le recours à l'IA permet aux organisations de créer de nouveaux produits ou services, d'optimiser leurs processus et la prise de décisions et, même, de développer de nouveaux modèles d'affaires. Elle pourrait contribuer à améliorer la gestion de nos chaînes logistiques et d'approvisionnement, à accélérer la découverte de nouvelles molécules aux propriétés médicinales ainsi qu'à réduire notre empreinte carbone et notre impact environnemental.

L'adoption à grande échelle de l'IA engendrera des retombées économiques et sociales majeures. Les résultats d'[une étude menée par PwC](#) avant même l'apparition des outils d'IA générative démontrent ainsi que, si l'IA y était adoptée de façon marquée, le Québec pourrait



connaître d'ici 2035 une hausse de la productivité de ses organisations de 12 %, laquelle pourrait occasionner une croissance du PIB de 15 %²².

À l'inverse, la croissance économique à long terme du Québec serait affectée négativement s'il continuait à prendre du retard dans son virage numérique^{*} et dans l'adoption de l'IA. En effet, les entreprises québécoises seraient de moins en moins concurrentielles sur les marchés internationaux. De plus, la capacité de la province d'attirer des investissements diminuerait, tandis que ses institutions et ses organisations seraient moins efficaces et ne profiteraient pas des capacités d'optimisation offertes par l'IA. Enfin, des secteurs stratégiques, comme la santé et l'industrie manufacturière, perdraient des occasions d'amélioration importantes. Et tout cela aurait un impact sur la qualité de vie des Québécois.

Encadré 2 – L'IA, un marché prometteur

Deux mois seulement après son lancement, en novembre 2022, ChatGPT, l'agent conversationnel d'IA générative d'OpenAI, comptait 100 millions d'utilisateurs, battant ainsi le record de croissance d'utilisateurs actifs pour une application informatique grand public²³. Ce succès a provoqué une forte prise de conscience collective du potentiel qu'offre la pénétration de l'IA dans l'économie, ce qui a en retour mené à l'accélération des investissements réalisés dans ce secteur.

Depuis, les annonces d'investissement dans le domaine de l'IA se succèdent. Ils pourraient approcher les 275 G\$ en dollars canadiens dans le monde d'ici 2025. Au total, les revenus du marché mondial de l'IA en dollars canadiens pourraient dépasser 680 G\$ en 2023, atteindre 1 200 G\$ d'ici 2026 et franchir la barre des 2000 G\$ d'ici 2030²⁴.

Il faudra donc maintenir la stabilité des investissements pour préserver le leadership québécois dans le secteur de la recherche en IA tout comme notre capacité d'influer sur la trajectoire de développement de l'IA, en particulier afin que cette technologie respecte les plus hautes normes éthiques. Des investissements seront également requis pour accélérer l'adoption de l'IA et garantir que nos organisations, petites ou grandes, puissent suivre la cadence rapide de l'évolution technologique et concurrencer les autres nations engagées dans la transformation par l'IA.

En 2018, le Comité d'orientation de la grappe en intelligence artificielle²⁵ délimitait non seulement les forces de l'écosystème québécois de l'IA, mais aussi ses faiblesses. Il soulignait notamment le risque élevé pour la province de perdre son avantage concurrentiel historique en IA si son bassin d'experts était déstabilisé, si le soutien aux PME pour le transfert technologique devait diminuer et si le capital mis à la disposition des jeunes

^{*} Il est bien documenté que les entreprises québécoises accusent déjà un retard dans leur virage numérique. Voir par exemple : [Les entreprises québécoises accusent un retard en transformation numérique | Le Devoir](#).



pousses et des entreprises pour favoriser leur expansion se tarissait. Ces défis demeurent encore bien réels.

Le Québec prépare aujourd’hui son avenir économique et social. Historiquement, les sommes massives investies en éducation et dans le secteur hydroélectrique dans les années 1960 et 1970 ont jeté les bases de l’essor économique actuel du Québec, tout comme celles qu’il a récemment injectées dans la filière de la batterie, une industrie déterminante pour le futur. De même, les investissements qu’il a réalisés et qu’il continuera de réaliser au cours des prochaines années pour assurer le développement et le déploiement responsables de l’IA contribueront au renforcement de sa productivité, de sa propension à innover, de sa compétitivité internationale et de sa capacité à répondre aux défis de société de plus en plus complexes auxquels il sera confronté.

Le succès de l’IA dans la société québécoise dépendra de la capacité de l’État et de ses partenaires à mettre en œuvre des actions réfléchies et coordonnées pour encadrer son développement et son utilisation afin qu’ils soient responsables, minimiser les risques liés à son déploiement et préparer le Québec tout entier aux bouleversements socioéconomiques causés par cette technologie.

ENCADRER L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE





1. Assurer la gouvernance agile de l'IA

On peut qualifier l'approche que les gouvernements de la planète ont jusqu'ici adoptée en matière d'encadrement du numérique, du Web à l'IA en passant par les médias sociaux, comme étant attentiste, voire permissive. Au Canada, cette approche a longtemps reposé sur l'idée que réglementer le numérique ne donnerait rien. Françoise Bertrand, commissaire au Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC), déclarait ainsi dès 1999 : « La commission ne croit pas que la réglementation des nouveaux médias favoriserait les objectifs de la Loi sur la radiodiffusion²⁶ ».

Il paraît toutefois clair aujourd'hui que le laisser-faire en matière de numérique a des conséquences néfastes, comme l'exploitation massive que certaines entreprises font des données personnelles de leurs clients, l'effondrement des médias traditionnels et la multiplication des cas de harcèlement ou de désinformation en ligne.

L'importance de la menace que pose l'IA a récemment incité de nombreux gouvernements à adopter une attitude plus interventionniste en matière d'encadrement de cette technologie (voir l'encadré 3). Le Québec devrait faire de même. Dans un premier temps, **le Conseil recommande au gouvernement du Québec de lancer rapidement un chantier de révision et de modernisation du droit du travail et des politiques sociales pour s'assurer qu'ils tiennent compte de l'évolution technologique rapide de l'IA (RP-1)**. Il faudrait élaborer cette loi-cadre selon un processus démocratique solide afin de mettre en place des balises pour protéger le public, guider la modernisation et l'évolution du cadre juridique existant afin qu'il puisse répondre à l'évolution technologique, et réitérer clairement les valeurs du Québec en matière d'IA.

Encadré 3 – Les gouvernements passent à l'action

Il y a 18 mois, le gouvernement du Canada présentait le projet de loi C-27, qui pourrait mener à l'adoption de la première loi sur l'IA au Canada²⁷. En septembre 2023, il divulguait en outre le Code de conduite volontaire visant un développement et une gestion responsables des systèmes d'IA générative avancés²⁸. Le gouvernement fédéral américain a obtenu, en juillet 2023, des engagements volontaires de la part des géants du Web et de l'IA concernant un code de conduite²⁹. En octobre 2023, il émettait un décret pour favoriser le déploiement d'une IA sûre, sécurisée et digne de confiance³⁰. Le Parlement européen tente pour sa part de terminer, d'ici la fin de l'année 2023, les négociations entreprises avec les membres de l'Union européenne pour créer une loi sur l'IA qui pourrait servir de référence mondiale³¹. Ajoutons que :

- les membres du G7 ont lancé en mai 2023 le processus dit d'Hiroshima sur l'IA générative;
- 29 États, dont le Canada, ont signé en novembre 2023 la Déclaration de Bletchley, qui les engage à collaborer pour contenir les risques liés au développement de l'IA³²;
- plusieurs organismes de normalisation mondiaux, dont l'Organisation internationale de normalisation (ISO), l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) et le Conseil canadien des normes (CCN), travaillent à l'élaboration de règles techniques qui pourront s'appliquer à l'IA.



Toutes ces actions de différentes natures ne visent évidemment pas à encadrer les mêmes types d'IA ou de risques.

Le Conseil estime qu'un tel cadre juridique aidera les acteurs à innover en matière d'IA. Les entreprises, en particulier, ont besoin de comprendre le contexte juridique dans lequel elles évoluent et l'environnement dans lequel elles seront appelées à naviguer à l'avenir pour prendre des décisions avisées concernant l'IA. Structurer la gouvernance québécoise de l'IA autour du concept de « développement et de déploiement responsables de l'IA », loin de nuire aux organisations, leur permettra donc de croître.

Dans un deuxième temps, **le Conseil recommande au gouvernement du Québec de déléguer la responsabilité d'assurer l'application de la loi-cadre, ainsi que le pouvoir de recommander et d'élaborer des règlements relatifs à sa mise en œuvre, à une autorité indépendante du pouvoir exécutif (RP-2)**. Ce chef d'orchestre aura comme objectif de coordonner, surveiller et opérationnaliser la mise en œuvre de la loi-cadre. L'entité choisie ou créée devra pouvoir faire preuve d'agilité et d'une grande capacité d'innovation. Pour y parvenir, il devra adopter un mode de travail collaboratif, autant dans sa gestion interne que dans ses relations avec une multitude d'autres acteurs du milieu, y compris des acteurs situés à l'extérieur du Québec. Cette autorité assurera la cohérence globale du cadre de gouvernance de l'IA du Québec.

Ce chapitre étaye cette recommandation en deux temps. Il présente d'abord les quatre grands objectifs que le gouvernement québécois devrait poursuivre pour élaborer un cadre de gouvernance de l'IA qui est flexible et favorise l'acceptabilité sociale. Il explore ensuite les contours de l'éventuelle loi-cadre québécoise sur l'IA et définit le rôle d'une autorité indépendante chargée d'assurer son application en collaboration avec d'autres organes réglementaires. Il se termine enfin avec une recommandation complémentaire relative à l'éducation de la population et des acteurs gouvernementaux et politiques, recommandation qui vise à accroître leur capacité à participer aux débats démocratiques sur l'élaboration du cadre québécois de gouvernance de l'IA et à les orienter.

Recommandation principale 1 | Lancer sans tarder les travaux qui mèneront à l'adoption d'une loi-cadre spécifiquement dédiée à encadrer le développement et le déploiement de l'IA dans la société.

Recommandation principale 2 | Déléguer la responsabilité d'assurer l'application de la loi-cadre, ainsi que le pouvoir de recommander et d'élaborer des règlements relatifs à sa mise en œuvre, à une autorité indépendante du pouvoir exécutif.



1.1. Encadrer et innover vont de pair : la vision québécoise de la gouvernance de l'IA

La réflexion collective a permis de dégager quatre grands objectifs qui devraient guider l'élaboration du cadre québécois de gouvernance de l'IA. Ces orientations reflètent les valeurs des Québécois et leurs besoins, comme exprimés et compris par les nombreux intervenants que le Conseil a consultés tout au long de la réflexion collective. **Le Conseil encourage le gouvernement à viser l'atteinte de ces quatre objectifs afin de favoriser l'efficacité et l'acceptabilité sociale du futur cadre québécois (RC-1).**

Encadré 4 – Quatre objectifs pour guider l'élaboration du cadre québécois de gouvernance de l'IA



Assurer l'ancrage démocratique du cadre de gouvernance de l'IA



Accorder la primauté à la protection des Québécois et de leurs collectivités



Favoriser l'innovation responsable dans le domaine de l'IA



Gouverner en réseau, avec agilité

Assurer l'ancrage démocratique du cadre de gouvernance de l'IA

Le Québec se distingue par l'approche participative qu'il applique pour élaborer son cadre de gouvernance de l'IA et le mettre en œuvre.

Il est reconnu pour l'adoption de l'un des premiers instruments de présentation des principes et des valeurs devant guider le développement et l'utilisation de l'IA : la Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'intelligence artificielle³³ (ci-après la « Déclaration »). Cette dernière est le fruit de réflexions menées en 2017 et 2018 par des experts et des citoyens. En raison non seulement de son contenu, mais aussi du processus délibératif inclusif mis en œuvre pour l'élaborer, la Déclaration a placé le Québec au rang des leaders incontestés de l'encadrement de l'IA, et ce, tant au Canada qu'à l'étranger. Depuis, il existe une signature résolument québécoise en matière d'IA.

Inspiré par ce processus, le Conseil a insufflé un esprit délibératif et démocratique à la réflexion collective sur l'encadrement de l'IA, mobilisant des centaines d'experts et de citoyens dans une démarche non partisane, transparente et inclusive. Encore une fois, le succès et la pertinence de cette approche, qui a permis de consulter un grand nombre de personnes et d'organisations diversifiées et d'aborder une variété de thèmes, témoignent du



désir des Québécois de prendre part à l'élaboration du cadre de l'IA et de se préparer pour l'avenir ensemble. Le gouvernement devra veiller à ce que cette même approche participative et démocratique soit appliquée à toutes les étapes de l'élaboration et de la mise en œuvre du futur cadre québécois de gouvernance de l'IA.

Accorder la primauté à la protection des Québécois et de leurs collectivités

Le Québec se démarque par son leadership en matière de développement et de déploiement responsables de l'IA. Les acteurs québécois de l'IA placent l'humain au centre de leurs projets et de leurs préoccupations.

Les intervenants qui ont participé à la démarche sont mus par le désir de répondre aux attentes et aux besoins des Québécois et de leurs collectivités. Ce désir a constitué le cœur de la réflexion collective concernant les efforts de développement et de déploiement responsables des systèmes d'IA. Entre autres, l'intégration de l'IA dans la société et l'économie du Québec devront se faire dans le plein respect des droits de la personne, du bien-être des travailleurs et des valeurs démocratiques.

Le Québec pourra s'appuyer sur un solide écosystème d'institutions pour orienter la trajectoire de l'IA vers un développement responsable. Créé en 2017, Mila, l'Institut québécois d'intelligence artificielle³⁴, propose avec son programme IA pour l'humanité d'utiliser l'IA pour s'attaquer à certains défis et enjeux qui nous guettent, par exemple les pandémies ou les changements climatiques. L'OBVIA, une structure unique au monde créée en 2018, dont la mission est tournée vers l'innovation responsable et le bien commun, aborde les questions relatives à l'IA de manière résolument interdisciplinaire³⁵. Instaurée en 2011, la Commission de l'éthique en science et en technologie (CEST) – la seule du genre au Canada – a quant à elle pour mission première de conseiller le gouvernement du Québec sur les enjeux éthiques liés à la science et à la technologie. De son côté, IVADO, un des plus grands consortiums de recherche, de formation et de mobilisation des connaissances en IA au monde, a pour mission de bâtir et de promouvoir une IA robuste, raisonnée et responsable dans le cadre du programme IAR3. Enfin, le Centre d'expertise de Montréal en intelligence artificielle (CEIMIA), fondé notamment pour soutenir les travaux du Partenariat mondial sur l'IA, joue le rôle de catalyseur de projets innovants et socialement responsables en IA appliquée au profit de l'humanité.

Le gouvernement devra mobiliser ces acteurs, et bien d'autres encore, pour développer les connaissances, les outils et les méthodes qui assureront le développement et le déploiement responsables de l'IA, et qui permettront de maximiser ses retombées positives pour les Québécois tout en minimisant ses effets négatifs.

Favoriser l'innovation responsable dans le domaine de l'IA

Grâce à ses chercheurs et son robuste écosystème entrepreneurial, le Québec offre un environnement propice à l'innovation en IA. Le cadre qui sera mis en place devra donc



protéger les Québécois, tout en incitant les acteurs de l'écosystème de l'IA à créer et utiliser les systèmes d'IA de demain.

Michael Porter, un spécialiste des stratégies industrielles nationales, a déjà écrit que « des normes environnementales correctement conçues peuvent entraîner des innovations qui réduisent le coût total d'un produit ou en améliorent la valeur. » Par exemple, il y a quelques décennies, la réglementation néerlandaise sur l'utilisation de produits chimiques en agriculture a incité les producteurs de fleurs de ce pays à créer des systèmes fonctionnant en boucle fermée. « Dans les serres néerlandaises avancées, les fleurs poussent désormais dans l'eau et la laine de roche, et non dans le sol. Cela réduit les risques d'infestation, ce qui diminue le besoin des fermiers de recourir à des engrais et des pesticides, lesquels sont épanchés dans l'eau qui circule et est réutilisée³⁶ ».

Les intervenants de la réflexion collective proviennent d'horizons divers et font face à des défis multiples. Toutefois, ils s'entendent globalement sur le fait que, à l'instar de l'exemple de Michael Porter, il est important, et possible, d'implanter un cadre de gouvernance de l'IA qui permet ET de protéger le public québécois des retombées négatives de l'IA, ET de favoriser l'innovation dans ce secteur. Cela signifie que la réglementation québécoise devra, d'une part, viser à encadrer le développement et le déploiement au Québec des systèmes d'IA les plus risqués. D'autre part, elle devra signifier aux PME, lesquelles constituent le cœur de l'économie québécoise, que leurs ressources devraient en partie servir à concevoir et utiliser l'IA de façon responsable, et que leurs investissements pour innover à ce chapitre devraient être profitables sur les marchés québécois et étranger.

Gouverner en réseau, avec agilité

À l'heure actuelle, le Québec a la chance de pouvoir compter sur un ensemble d'acteurs institutionnels dotés d'importantes capacités d'encadrement, de surveillance et de contrôle dans leurs domaines respectifs. La mobilisation des membres de ce réseau, dont certains ont déjà entamé des réflexions et des travaux sur l'IA, sera l'une des clés pour déployer un modèle de gouvernance de l'IA qui est flexible et bien adapté aux enjeux propres à chaque secteur de l'économie.

Cet important réseau d'acteurs réglementaires – incluant l'AMF, la Commission d'accès à l'information, l'Office des professions et le Conseil interprofessionnel du Québec (voir l'encadré 5 pour une liste plus complète) – est interpellé par la montée de l'IA en raison de son caractère « généraliste ». Dans ce contexte, ce terme signifie que, comme l'ordinateur, cette technologie sera utilisée dans tous les secteurs d'activité et qu'il est impossible de prévoir tous les usages qui en seront faits.

L'existence de ce réseau signifie que la création du modèle québécois de gouvernance de l'IA ne se fera pas à partir de zéro. Son succès dépendra de l'apport des acteurs réglementaires actuels et de leur pleine participation aux efforts d'encadrement consentis par le gouvernement. Il reposera sur le travail que ces mêmes acteurs réaliseront en collaborant les uns avec les autres, de même qu'en coopérant avec leurs vis-à-vis canadiens



ou internationaux. De plus, ce modèle de gouvernance sera fonction du développement de la capacité des organismes concernés à innover. En effet, l'encadrement de l'IA ne peut pas être pensé uniquement selon les modèles traditionnels de gouvernance. La rapidité avec laquelle cette technologie progresse, son caractère transversal, multisectoriel et transfrontalier, la mise en place de normes internationales, et l'interconnexion des marchés, tout cela requiert de nouvelles façons de faire.

Encadré 5 – Un réseau d'acteurs engagés dans la gouvernance de l'IA

Voici une liste de quelques-uns des acteurs ayant entamé des travaux sur l'IA et qui pourraient être appelés à exercer une gouvernance en réseau pour les fins d'agilité et d'efficacité normative requise par le contexte particulier de l'IA.

- Autorité des marchés financiers³⁷
- Bureau de normalisation du Québec
- Commission d'accès à l'information³⁸
- Commission de l'éthique en science et en technologie
- Commission des droits de la personne et des droits de la jeunesse
- Commission des partenaires du marché du travail³⁹
- Comité consultatif du travail et de la main-d'œuvre
- Commissariat à la protection de la vie privée du Canada⁴⁰
- Conseil canadien des normes⁴¹
- Conseil du statut de la femme⁴²
- Conseil interprofessionnel du Québec⁴³
- Élections Québec⁴⁴
- Institut national d'excellence en santé et services sociaux
- Office des professions du Québec
- Office de protection du consommateur
- Protecteur du citoyen
- Vérificateur général du Québec



1.2. Faire d'une loi québécoise sur l'encadrement de l'IA le cœur du modèle de gouvernance

L'IA n'évolue pas à l'extérieur de tout cadre juridique*. En effet, les lois et les règlements du Québec et du Canada comprennent déjà des dispositions qui peuvent s'appliquer aux organisations ou aux personnes qui développent ou utilisent l'IA. Les systèmes d'IA doivent ainsi être conçus ou déployés dans le respect des droits fondamentaux des citoyens, du régime québécois de responsabilité civile, des règles prévues en droit administratif, etc. Par exemple, les lois fédérales et québécoises sur les renseignements personnels s'appliquent aux systèmes d'IA et protègent ainsi la vie privée des Québécois.

Cependant, les normes juridiques actuelles ne sont pas toujours faciles à appliquer et le droit existant comporte certaines lacunes en réponse à des évolutions technologiques. Par exemple, il peut être extrêmement complexe de faire la « preuve des atteintes aux droits fondamentaux par des systèmes algorithmiques complexes et opaques⁴⁵ ». Les mécanismes de recours des victimes de biais algorithmiques, les procédures permettant d'en faire la démonstration, et le cadre de réparation des préjudices qui en découlent ne sont pas clairement définis dans le droit.

De plus, les normes juridiques actuelles ne répondent pas à tous les enjeux que soulève l'apparition de l'IA. Par exemple, l'arrivée des systèmes d'IA générative, lesquels sont entraînés sur d'immenses quantités de contenus obtenus sans consentement préalable, ébranle fortement la conception même de droit d'auteur⁴⁶. De plus, l'application du droit de la preuve et de la concurrence est compliquée par le fait qu'il est difficile d'expliquer certains résultats issus des systèmes d'IA (on parle de l'effet « boîte noire »). En outre, l'établissement de la chaîne de responsabilité et l'étendue des obligations des professionnels lorsqu'ils utilisent l'IA demeurent à clarifier.

* Pour un survol détaillé du cadre juridique applicable en lien avec l'IA, vous pouvez consulter en ligne le document [État de situation – Le cadre de gouvernance de l'intelligence artificielle : portrait du cadre normatif applicable au Québec](#) produit par le groupe de travail thématique dans le cadre de la réflexion collective. Pour lire les recommandations complémentaires émises par le groupe de travail au sujet du cadre de gouvernance, vous pouvez également consulter le dossier thématique qui se trouve sur cette même page Web.



Les contours de la loi-cadre : dispositions, portée et champs d'application

L'adoption d'une loi-cadre québécoise servira à combler les lacunes actuelles en matière d'encadrement de l'IA au Québec. Sans complexifier inutilement l'arsenal législatif, elle permettra de tenir compte du fait que l'IA aura des effets sur plusieurs des champs de compétences constitutionnelles du Québec*.

Premièrement, la loi-cadre devra **établir des principes directeurs** clairs qui viendront guider l'action des organismes publics et celle des entreprises qui développent et utilisent l'IA. Ces principes orienteront également l'interprétation qui sera faite des normes juridiques relatives ou applicables à l'IA. Ils assureront que les initiatives d'encadrement sectorielles nécessaires pour déployer une approche proportionnée aux risques de l'IA reposent sur des bases solides qui sont harmonisées et cohérentes les unes avec les autres. Ces initiatives sectorielles pourront prendre la forme de règlements précisant les critères minimaux que devront respecter les systèmes d'IA ou encore les obligations des organisations ou des particuliers en matière d'identification, d'évaluation et d'atténuation des risques des systèmes d'IA, par exemple. Peu à peu, le cadre réglementaire devra prévoir l'établissement de mesures de contrôle et de sanctions qui sont suffisamment dissuasives pour être efficaces.

À l'instar des initiatives fédérale et européenne, **l'approche de la loi-cadre devra être fondée sur la gradation des risques** induits par les systèmes d'IA. Dans le contexte fortement concurrentiel où évolue le Québec, moduler les obligations et les sanctions selon les risques posés par l'usage des systèmes d'IA permettra de limiter les effets potentiellement négatifs de la réglementation sur la capacité des entreprises à innover, tout en protégeant le public et en renforçant sa confiance. Par ailleurs, comme la taille des entreprises qui se lancent dans le développement et le déploiement de l'IA varie, il sera pertinent, entre autres, que les pénalités infligées en cas d'infraction soient modulables. Il faudra décourager la prise de risques excessifs par les géants du Web, sans toutefois dissuader les jeunes pousses de démarrer au Québec†.

La loi-cadre devra finalement **déléguer les pouvoirs d'application de la loi-cadre à une autorité indépendante**, qui sera responsable de la mettre en application et de la faire

* Selon le constitutionnaliste Benoît Pelletier, le gouvernement du Québec peut et doit occuper pleinement ce champ de compétence constitutionnelle, qu'il partage avec le gouvernement fédéral. Comme le fédéral pourra réglementer l'IA en vertu de ses compétences en matière de commerce international et interprovincial (lesquelles ont été circonscrites par les tribunaux), le Québec voudra le faire en vertu de ses compétences exclusives eu égard au droit de propriété, aux droits civils et aux affaires de nature locale ou privée. Voir l'article [Qui a compétence sur l'intelligence artificielle : Ottawa ou les provinces?](#) de Benoît Pelletier publié dans Options politiques le 27 septembre 2023.

† Tout nouveau fardeau réglementaire devrait s'accompagner de soutien pour les PME afin de les aider à intégrer d'éventuels nouveaux paramètres à leurs opérations : beaucoup de PME affirment déjà vivre des difficultés à se conformer aux nouvelles exigences législatives en matière de renseignements personnels, notamment pour des raisons de compétences et de ressources financières. Ce volet sera couvert dans le chapitre 4. *Propulser la R-D en IA et faire de nos chercheurs et entrepreneurs des leaders responsables de l'IA.*



respecter. La loi-cadre devra aussi définir les fonctions et le fonctionnement de cette autorité. En raison de la compétence des autorités sectorielles et des autres organismes de régulation existants, et plus largement, parce que l'encadrement des systèmes d'IA ne peut se dissocier facilement de celui des activités auxquelles ces systèmes s'intègrent, il sera déterminant que le rôle de la nouvelle autorité, choisie ou créée, soit conçu comme celui d'un organisme de coordination et de supervision, bref de gouvernance en réseau.

Encadré 6 – Le modèle de l'« autorité de contrôle nationale »

La Loi sur l'IA de l'Union européenne obligera les États membres à désigner une « autorité de contrôle nationale », qui sera chargée de superviser l'application des réglementations relatives à l'IA sur leur territoire. En août 2023, l'Espagne a été le premier pays européen à se doter d'un tel organisme, l'Agence espagnole de supervision de l'IA⁴⁷, en prévision de l'entrée en vigueur de la nouvelle loi. La France, quant à elle, envisage de transformer la Commission nationale de l'informatique et des libertés afin qu'elle puisse exercer ce rôle d'autorité de contrôle national responsable de la régulation des systèmes d'IA⁴⁸.

La portée de la loi-cadre devrait être suffisamment large pour que celle-ci s'applique à la fois aux organismes publics, aux organisations du secteur privé et aux particuliers, peu importe qu'ils agissent à titre de développeurs, de distributeurs ou d'utilisateurs de systèmes d'IA. De même, l'autorité chargée de mettre la loi-cadre en œuvre devrait avoir la compétence de réguler les actions en IA des acteurs appartenant à l'une de ces trois catégories. Cela distinguerait la loi-cadre québécoise de la loi sur l'IA que le gouvernement canadien projette d'adopter*. De ce fait, cela renforce l'argumentaire en faveur de l'adoption d'une loi sur l'IA purement québécoise.

De plus, le cadre de gouvernance québécois de l'IA ne reposera pas seulement sur la création de la nouvelle loi-cadre. Il est préconisé que le Québec exploite la complémentarité qui existe entre différents types d'instruments afin de rendre son cadre de gouvernance flexible et complet. En effet, au Québec, la gouvernance de l'IA pourra reposer sur le recours, en complément de la loi-cadre, à divers outils contraignants ou volontaires, dont les autres lois québécoises, certains règlements et politiques publiques, ou encore des principes éthiques et des normes techniques (et les processus de certification créés autour de celles-ci).

La future loi-cadre québécoise devra aussi s'harmoniser avec les normes internationales ainsi qu'avec le cadre juridique fédéral de manière à ne pas provoquer une fragmentation normative et réglementaire excessive. Il faut éviter de créer des barrières commerciales non tarifaires qui peuvent nuire au leadership, à l'attractivité et à la compétitivité du Québec et

* Il est à noter que la Loi sur l'intelligence artificielle et les données proposée dans le cadre du projet loi de 2022 sur la mise en œuvre de la Charte du numérique ne concerne ni les organismes publics ni les particuliers.



du Canada en matière d'IA*. Une approche tenant compte des normes techniques issues d'organismes comme l'ISO, la Commission électrotechnique internationale (CEI), le CCN ou l'IEEE, contribuera également à l'harmonisation du cadre québécois de gouvernance de l'IA avec d'autres cadres, un aspect crucial.

Finalement, pour assurer sa légitimité, la loi-cadre québécoise devrait être élaborée selon un processus démocratique solide, en consultation avec les experts et la population, lesquels devront être adéquatement outillés pour participer pleinement à ces discussions (voir la section 1.4. du présent rapport).

Encadré 7 – Les audits comme mesure de contrôle des systèmes d'IA

Pour évaluer les systèmes d'IA, les gouvernements et leurs partenaires disposent d'outils divers, dont l'audit. Ce dernier permet d'assurer qu'un système d'IA est conforme à un ensemble de normes établies par des experts, notamment ceux réunis au sein d'organisations comme l'ISO ou le CCN. Le processus d'audit peut conduire à la remise d'une certification qui atteste que l'organisation, son personnel ou ses produits et services respectent une norme particulière. La réalisation d'un audit peut être confiée à une agence publique ou à un organisme privé. Enfin, un audit peut porter sur les risques purement techniques associés à l'utilisation d'un système d'IA (p. ex. : sa robustesse, sa fiabilité, son impartialité, etc.) ou sur ceux propres à un domaine d'application précis (p. ex. : impacts du système sur les élections, les médias ou l'environnement).

S'il souhaite y recourir, l'État devra déterminer, notamment par règlement, qui peut faire un audit, dans quelles circonstances ce dernier est exigé (p. ex. : quand le niveau de risque associé à un système d'IA est élevé ou très élevé, avant l'implantation ou après celle-ci, en réponse à un signalement, etc.) et selon quelles normes. La teneur de l'audit et son envergure devront être proportionnées au niveau de risque posé par le système d'IA en question.

* Il est à noter que le concept d'harmonisation n'équivaut toutefois pas à l'homogénéisation des normes et lois. Le Québec doit éviter d'aller à l'encontre des normes internationales et canadiennes, certes, mais il peut aller au-delà de ces normes, tout en respectant le partage de compétences propre au fédéralisme canadien.



Élaborer des principes directeurs

Un des premiers objectifs de la loi-cadre sera d'édicter les principes directeurs sur lesquels reposera le cadre de gouvernance québécois de l'IA. Ces principes permettront d'établir les critères minimaux que les organisations et les personnes qui créent et utilisent des systèmes d'IA devront respecter. L'application de ces principes directeurs contribuera à instaurer un véritable climat de confiance.

Différents ensembles de principes directeurs existent déjà en IA, dont certains font largement consensus. La Déclaration de Montréal constitue l'un des principaux outils qui, à travers le monde, aident les acteurs de l'IA, dont les États, à se prémunir contre les différents risques posés par l'IA. Les 10 principes que la Déclaration renferme, des principes produits à l'issue d'un processus auquel la population a pris part, ont fortement inspiré la Recommandation sur l'éthique de l'intelligence artificielle de l'UNESCO, que les 193 pays membres de cette organisation ont adoptée, ou encore la Recommandation sur l'intelligence artificielle de l'OCDE⁴⁹, que 46 pays, dont le Canada, ont entérinée et que le gouvernement du Québec s'est engagé à respecter⁵⁰. D'ailleurs, de l'avis général des intervenants ayant participé à la réflexion collective, le cadre québécois de gouvernance de l'IA devrait fortement s'inspirer du contenu de la Déclaration de Montréal et opérationnaliser, notamment sur le plan juridique, certains de ses principes*.

Un autre outil intéressant à prendre en compte sera le projet de charte des droits de l'IA (*Blueprint for an AI Bill of Rights*⁵¹) que le gouvernement américain a mis en œuvre en 2022. Ce projet aborde la question de la gouvernance de l'IA sous l'angle des protections dont les citoyens ont besoin plutôt que de celui des risques posés par l'IA (laquelle continuera d'évoluer). Le Code de conduite volontaire visant un développement et une gestion responsables des systèmes d'IA générative avancés⁵², adopté par le gouvernement canadien en septembre 2023, pourrait aussi servir d'exemple. En effet, il incite les développeurs et les organisations à s'engager à atteindre des résultats comme « [mettre] en place des systèmes appropriés de gestion des risques et collabore[r] avec d'autres entreprises au besoin pour éviter qu'il y ait des lacunes » ou « [évaluer] l'incidence potentielle [de leurs produits] en matière de justice et d'équité [...] à différentes étapes de l'élaboration et du déploiement des systèmes ».

Peu importe les outils dont le législateur s'inspirera et les principes qu'il privilégiera, le cadre de gouvernance mis en place devra être à la hauteur des défis sociaux que soulève l'IA. Le choix ultime des principes qui seront intégrés dans la loi-cadre québécoise devrait en outre faire l'objet d'une discussion élargie avec l'ensemble des acteurs de l'écosystème québécois de l'IA et des représentants de la population québécoise, dont ses membres les plus vulnérables. **Puis, ces principes devront faire l'objet d'une opérationnalisation juridique.**

* La difficulté d'opérationnaliser les principes de la Déclaration est perçue, tant dans l'administration publique que dans le secteur privé, comme l'une de ses principales faiblesses, auquel il faudra remédier.



Le prototype de code de déontologie pour soutenir les pratiques professionnelles en matière d'IA⁵³, qui a été codéveloppé par des chercheurs et des ordres professionnels du Québec, donne une idée du genre de travail d'opérationnalisation juridique de principes qui devrait être mené pour créer la loi-cadre québécoise sur l'IA. En s'appuyant sur les différents principes de la Déclaration de Montréal, ce prototype propose des exemples concrets de modifications réglementaires à apporter aux codes de déontologie des différents ordres professionnels du secteur de la santé et des relations humaines au Québec.

Un exemple permettra d'illustrer ce que le recours à une telle approche signifierait dans le contexte de définition de la loi-cadre. Selon une majorité de participants à la réflexion collective, **le cadre québécois de gouvernance de l'IA devrait notamment privilégier le principe de la transparence**. Par exemple, une traduction juridique envisageable de ce principe consisterait à prévoir l'établissement d'un droit, pour toute personne, d'être informée explicitement qu'elle interagit avec un système d'IA dans le cadre d'une prestation de service par un organisme public ou une entreprise. Depuis le déploiement rapide de l'IA générative, la divulgation obligatoire du fait qu'un contenu a été généré par un système d'IA paraît s'imposer comme un élément clé de la lutte contre les risques liés à la manipulation des internautes à l'aide d'hypertrucages (p. ex. : vidéo produite par l'IA dans laquelle une personne tient des propos qu'elle n'a jamais tenus en réalité).

En résumé, **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à instituer le principe de transparence comme un objectif prioritaire à atteindre dans le cadre québécois de gouvernance de l'IA (RC-2)**. Le principe de transparence pourra se traduire en diverses exigences, tantôt générales, tantôt sectorielles, qui serviront à protéger et informer le public.

Des exigences de ce genre pourront être établies au fur et à mesure, notamment quand des règlements complémentaires à la loi-cadre seront adoptés.



Encadré 8 – Exemples de principes éthiques directeurs pouvant guider le développement et l'utilisation responsables de l'IA

Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'IA

- Bien-être
- Respect de l'autonomie
- Protection de l'intimité et de la vie privée
- Solidarité
- Participation démocratique
- Équité
- Inclusion de la diversité
- Prudence
- Responsabilité
- Développement soutenable

Recommandation de l'UNESCO sur l'IA

- Principes de proportionnalité et d'innocuité
- Sûreté et sécurité
- Équité et non-discrimination
- Durabilité
- Droit au respect de la vie privée et protection des données
- Surveillance et décision humaines
- Transparence et explicabilité
- Responsabilité et redevabilité
- Sensibilisation et éducation
- Gouvernance et collaboration multipartites et adaptatives

Code de conduite volontaire visant un développement et une gestion responsables des systèmes d'IA générative avancés

1. Responsabilisation
2. Sécurité
3. Justice et équité
4. Transparence
5. Surveillance humaine
6. Validité et fiabilité

Recommandations de l'OCDE sur l'IA

- Croissance inclusive, développement durable et bien-être
- Valeurs centrées sur l'humain et équité
- Transparence et explicabilité
- Robustesse, sûreté et sécurité
- Responsabilité

Une approche basée sur la sévérité des risques

Étant donné l'ubiquité de l'IA, il est préférable d'encadrer ses usages plutôt que la technologie elle-même, à l'exception des modèles dits « fondationnels » (voir l'encadré 9). Pour assurer la pertinence et la pérennité du cadre québécois, il conviendra donc, comme le font les projets de loi fédéral et européen, d'adopter une réglementation basée sur les risques. Cette approche veut que les règles et les normes qui sont élaborées et appliquées tiennent compte de la nature et du niveau des risques associés à une activité, un produit, une technologie ou un domaine d'activité particulier. Elle permet en outre de veiller à la sécurité, la santé et la protection du public tout en offrant une certaine flexibilité aux acteurs, sans trop contraindre leur capacité à innover. Elle permet aussi de concentrer les efforts d'encadrement et les ressources de l'État dans les domaines d'application de l'IA où les risques sont les plus élevés, notamment pour les droits de la personne, plutôt qu'en traitant uniformément toutes les situations. L'approche selon les risques est reconnue pour



sa plus grande adaptabilité aux évolutions technologiques. La réglementation pourrait reposer sur les niveaux de risque suivants :

- **Risque inacceptable** : tout usage de l'IA posant un risque inadmissible ou incompatible avec les valeurs et les principes sur lesquels repose le cadre de gouvernance (p. ex. : recours à l'IA pour surveiller une population, manipulation des enfants et des personnes vulnérables, ou notation des citoyens en fonction de leurs comportements) serait carrément interdit.
- **Haut risque** : des règles d'encadrement contraignantes seraient adoptées quand un usage paraît hautement risqué (p. ex. : l'IA est utilisée à des fins d'identification biométrique dans des secteurs réglementés, comme l'aviation ou la santé, ou pour gérer des infrastructures).
- **Risque limité** : des normes minimales de transparence devraient être établies quand le risque d'utiliser un système d'IA est limité (p. ex. : une organisation devrait informer ses clients qu'ils interagissent en ligne avec un agent conversationnel plutôt qu'un humain).
- **Risque minimal ou nul** : aucun contrôle particulier ne serait nécessaire quand un système paraît inoffensif, comme un outil de réservation de places au restaurant ou un logiciel de classement automatique des produits issus d'une chaîne de montage.

La création d'un cadre de gouvernance basé sur les risques viendra néanmoins avec son lot de défis. Cette approche requerra notamment une évaluation approfondie des risques associés à chaque usage particulier de l'IA. Certains de ces risques sont connus, comme celui qu'un outil tienne des propos racistes ou produise des résultats discriminatoires, empiète sur certains droits, soit vulnérable aux attaques ou facilite celles-ci. Mais il sera extrêmement difficile d'anticiper *tous les risques* associés à l'IA. Il sera également ardu de qualifier, de quantifier ou de classer ces risques, mais cet exercice sera déterminant. L'efficacité et la pérennité du cadre québécois de gouvernance de l'IA en dépendront.

Encadré 9 – L'IA générative et les systèmes de grande capacité : une exception

Encadrer l'IA selon ses usages devrait constituer la norme, mais cette approche pourrait se révéler insuffisante dans certaines situations. En effet, des systèmes pourraient nécessiter une attention particulière en raison de leur puissance. On pense ici à certains systèmes d'IA générative hautement performants, comme les modèles dits « fondationnels » (p. ex. : GPT-3, LLaMA ou DALL-E*) ou d'autres qui pourraient éventuellement atteindre le statut d'« IA générale ». Par définition, ces modèles ne sont pas destinés à un usage particulier; ils peuvent être adaptés à un large éventail de tâches. C'est pourquoi il est difficile de les classer en fonction de leur usage. La prudence pourrait donc demander l'encadrement spécifique de ces systèmes d'application générale afin d'éviter une perte de contrôle⁵⁴.

* Les modèles fondationnels : 1) sont basés sur les réseaux de neurones profonds et l'apprentissage non supervisé; 2) sont entraînés sur de très vastes ensembles de données (ChatGPT-3, par exemple, mettait déjà en jeu 175 milliards de paramètres); 3) peuvent être adaptés pour accomplir une grande variété de tâches et donc utilisés dans de nombreux contextes.



1.3. Déléguer la mise en œuvre de la loi-cadre à une entité indépendante

Afin d'assurer que la loi-cadre est appliquée et respectée, le Québec devra disposer des ressources humaines et techniques adaptées. Pour ce faire nécessaire, il devra confier à une institution solide les fonctions qui découleront de la loi-cadre et des règlements complémentaires, telles que les fonctions d'inspection, de conformité, de certification, de traitement des plaintes, d'imposition de sanctions administratives et d'élaboration de règlements d'application de la loi. D'autres responsabilités, telles que la veille technologique, l'éducation du public, l'accompagnement des acteurs de l'IA afin de les aider à se conformer à leurs obligations, devront également être remplies. Ces fonctions devront aussi être attribuées à une entité qui, puisqu'elle sera indépendante du pouvoir exécutif, jouira d'une plus grande agilité et d'une meilleure capacité d'innovation.

Déléguer le pouvoir réglementaire pour assurer une gouvernance plus agile

Le Conseil estime qu'en raison du caractère évolutif de l'IA et des risques qu'elle pose, il serait préférable de déléguer, en partie du moins, le pouvoir réglementaire à une autorité indépendante du pouvoir exécutif.

Cette entité serait responsable d'élaborer la réglementation sur le développement et le déploiement de l'IA par l'entremise d'un processus ouvert et transparent. Le recours à une autorité indépendante rendrait le cadre de gouvernance de l'IA plus agile. Par exemple, cela simplifierait la révision de la classification des systèmes d'IA (voir la section 1.2.) pour l'adapter au renforcement de leurs capacités et à l'élévation des risques que pose leur utilisation.

Cette délégation de pouvoir n'aurait rien d'inédit. Par exemple, l'AMF est un organisme indépendant qui requiert, pour accomplir son mandat, un haut niveau d'expertise, de la flexibilité et des pouvoirs étendus; il est ainsi chargé d'encadrer le secteur financier québécois (voir l'encadré 10).

La délégation de pouvoir vers une autorité indépendante viendra cependant avec des attentes élevées en matière de transparence et d'imputabilité. Le succès de l'entité, choisie ou créée, reposera sur la mise en œuvre de processus de participation du public et sur l'établissement de contrôles démocratiques adéquats. D'abord, tout projet de règlement devrait faire l'objet de consultations auprès des parties prenantes de l'IA, notamment des acteurs de l'écosystème de l'IA et des citoyens. Ensuite, la révision périodique des statuts de cette entité pourrait être prévue dans la loi-cadre pour assurer que le niveau de délégation qui lui est accordé demeure en tout temps approprié. Une approche de ce type permettrait de lui confier de nouveaux mandats ou d'en déléguer à d'autres instances selon les besoins de la société et l'évolution technologique.



Encadré 10 – L’Autorité des marchés financiers et l’Office des professions, des cas inspirants

Selon la loi, « l’Autorité crée toute structure administrative appropriée pour assurer entre autres l’exercice de l’ensemble des fonctions et pouvoirs relatifs à l’encadrement du secteur financier, la coordination entre les différentes directions, la coordination des relations avec l’industrie, la coordination des exigences de divulgation à l’Autorité et la coordination de l’inspection et des enquêtes⁵⁵ ». En plus d’exercer les pouvoirs qui lui incombent en vertu de la Loi sur l’encadrement du secteur financier, l’Autorité veille à l’application de nombreuses lois comme la Loi sur les agents d’évaluation du crédit, la Loi sur l’assurance automobile, la Loi sur les assureurs, la Loi sur les coopératives de services financiers, la Loi sur les institutions de dépôts et la protection des dépôts, la Loi sur les mesures de transparence dans les industries minière, pétrolière et gazière, la Loi sur les sociétés de fiducie et les sociétés d’épargne, et la Loi sur les valeurs mobilières⁵⁶. Plusieurs de ces lois confèrent à l’Autorité des pouvoirs réglementaires précis. Finalement, l’Autorité exerce également des responsabilités en matière d’éducation du public.

Le Code des professions⁵⁷ est pour sa part la loi-cadre du système professionnel québécois. Il réglemente la pratique de plusieurs professions et précise les conditions d’exercice professionnel. Le Code confère à l’Office des professions du Québec des responsabilités de surveillance et de contrôle ainsi que des fonctions réglementaires. Aussi, il confie au Conseil interprofessionnel du Québec le mandat d’agir comme organisme-conseil auprès du ministre responsable et de l’Office⁵⁸. Par ailleurs, le Code des professions s’arrime à 25 autres lois complémentaires particulières qui viennent définir les activités professionnelles réservées aux professions d’exercice exclusif. On voit là comment un ensemble juridique permet d’encadrer différents secteurs de l’économie québécoise de manière précise.

Une gouvernance en réseau

Étant donné le caractère transversal de l’IA, l’entité indépendante à laquelle sera confié le rôle d’opérationnaliser la gouvernance de l’IA devra exercer ses fonctions en travaillant en réseau. Cela signifie que le succès du modèle québécois de gouvernance de l’IA reposera sur la capacité de cet organisme à mobiliser et organiser en réseau les diverses instances – Commission d’accès à l’information, Protecteur du citoyen, Commission des droits de la personne et des droits de la jeunesse, AMF ou Office de protection des consommateurs – qui seront appelées, dans leur propre champ de compétences, à encadrer le développement et le déploiement de l’IA. Gouverner en réseau pourrait signifier que l’autorité indépendante se verrait à la fois donner le mandat de diriger les efforts d’encadrement de l’IA des autres organismes réglementaires, et d’accompagner ces derniers dans l’actualisation de leur réglementation ou dans la réalisation d’enquêtes et d’inspections afférentes à l’IA. L’entité s’appuierait sur les compétences et les expertises de ces partenaires dans les domaines où ils sont actifs.



Cette mise en réseau ne saurait se limiter au Québec : elle devrait également se faire à l'échelle du Canada et à l'échelle internationale. En effet, les institutions chargées d'encadrer les systèmes d'IA devront collaborer de près pour appliquer efficacement les différentes normes juridiques relatives à l'encadrement de l'IA. Cette entité, ainsi que la Commission d'accès à l'information et le Commissariat à la protection de la vie privée du Canada pourraient, par exemple, gagner à coopérer l'un avec l'autre pour réaliser une enquête sur une société dont le système d'IA aurait empiété sur la vie privée des Québécois.

En somme, des travaux devront être entrepris rapidement pour déterminer l'entité appropriée pour exercer ces pouvoirs ainsi que pour définir plus spécifiquement ceux-ci et son mode de fonctionnement. Ces travaux permettront aussi d'évaluer l'ampleur des moyens dont l'entité devrait disposer pour jouer son rôle efficacement.

Encadré 11 – Les « bacs à sable » réglementaires

Le gouvernement canadien explique que « le “bac à sable” réglementaire est un espace conçu et contrôlé par un organisme de réglementation, et destiné à mettre à l'essai de nouveaux produits ou processus sous la supervision de cet organisme avant leur entrée complète sur le marché ⁵⁹ ».

Ces espaces permettent, d'une part, aux organisations de tester certaines technologies, à petite échelle, pendant une durée déterminée, à l'abri de certaines règles en vigueur. D'autre part, ils permettent aux organismes réglementaires de tester la solidité ou la pertinence des règles en place dans le cadre de l'expérimentation.

Les Autorités canadiennes en valeurs mobilières ont, par exemple, lancé un tel « bac à sable » pour permettre aux entreprises spécialisées dans la création de technologies financières de les tester. Les entreprises qui se prévalent de son existence reçoivent « une dispense des obligations prévues par la législation en valeurs mobilières plus rapidement et plus facilement que par la procédure de demande habituelle ⁶⁰ ».

Il serait utile que la nouvelle autorité de régulation de l'IA adopte une telle approche innovante et agile sur le marché québécois.



1.4. Outiller les décideurs et le public sur les questions de gouvernance de l'IA

Pour assurer que l'augmentation de la puissance de l'IA et son adoption dans toutes les sphères de la vie s'accompagnent des bienfaits escomptés, il sera important que les citoyens soient invités à prendre part à son contrôle. Ils devront aussi être sûrs que leurs représentants disposent des connaissances et des outils qui les aideront à prendre des décisions éclairées en matière d'IA.

Les enjeux sociétaux soulevés par le développement de l'encadrement de l'IA sont d'une telle importance qu'ils ne sauraient être laissés aux seuls experts de l'IA ou aux décideurs politiques : une forte participation citoyenne est indispensable à chaque étape de la conception et de la mise en œuvre du cadre de gouvernance. **Le Conseil encourage donc le gouvernement du Québec à s'inspirer de l'exemple du Forum de consultation du Commissaire à la santé et au bien-être en créant une instance de discussion qui permettra aux acteurs de l'écosystème de l'IA, aux organismes de réglementation et à la société civile d'entreprendre un dialogue continu sur l'IA qui pourrait être animé par la nouvelle autorité indépendante (RC-3).** Ce dialogue assurera que le cadre de gouvernance de l'IA demeure arrimé aux attentes et aux valeurs des Québécois.

Encadré 12 – L'exemple du Forum de consultation du Commissaire à la santé et au bien-être

Le Forum de consultation du Commissaire à la santé et au bien-être est un espace de délibération unique dans lequel 18 citoyens provenant de partout au Québec et 9 experts exposent leur point de vue à la commissaire sur des sujets qui l'interpellent et qu'elle établit, comme l'offre en santé et en services sociaux, les urgences ou les médicaments d'ordonnance. Les membres du Forum sont nommés pour trois ans. Ils se réunissent de trois à cinq fois par année, en ligne ou en personne, pour s'informer, échanger et délibérer.

Encadrer l'IA requiert une compréhension approfondie de cette technologie et de ses usages. Pour assurer le respect des droits et des intérêts des citoyens en matière d'IA, il sera impératif de leur permettre de prendre part aux discussions à ce sujet et, aussi, de les outiller pour le faire. D'ailleurs, étant donné son importance cruciale, l'enjeu de la littératie fera l'objet du chapitre 7 - *Former la nation afin que tous les Québécois profitent de l'IA et pour favoriser une adoption responsable de l'IA* du présent rapport.

Étant donné l'importance et la complexité des enjeux liés à l'IA, **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à concevoir une formation qui permet aux acteurs gouvernementaux provinciaux et municipaux et au personnel des organismes de réglementation concernés de prendre de meilleures décisions en matière d'encadrement de l'IA (RC-4).**



L'Assemblée nationale pourrait également donner à une commission parlementaire existante le mandat d'étudier les questions relatives à l'IA, ou suivre l'exemple britannique (voir l'encadré 13) et mettre sur pied un comité multipartite sur l'IA qui servirait à présenter des données probantes, des cas d'utilisation et des scénarios prospectifs aux élus québécois dans une perspective transpartisane. Cette instance devrait encourager la participation des représentants de la société civile, des chercheurs, des organismes politiques et des entreprises afin d'en faire un espace ouvert et démocratique.

Encadré 13 – L'exemple britannique

Le All-Party Parliamentary Group on AI (ou Groupe parlementaire de tous les partis de Grande-Bretagne sur l'IA) a été créé en janvier 2017 dans le but d'étudier les effets de l'IA. Il s'agit de groupes informels réunissant des membres de tous les partis du Parlement britannique. Ils sont gérés par et pour les membres de la Chambre des communes et de la Chambre des Lords. Le Groupe sur l'IA recueille de l'information sur les aspects économiques, sociaux et éthiques du développement et du déploiement de l'IA. Il encourage la participation des entreprises, des universitaires, des organismes politiques et des représentants de la société civile, et travaille à renforcer les liens avec les organisations multilatérales concernant les initiatives internationales en matière d'IA. Il commande des recherches et organise des tables rondes, des webinaires, des présentations et divers événements.



Recommandations complémentaires du Chapitre 1

Recommandation complémentaire 1 | Viser l'atteinte des objectifs suivants dans l'élaboration du cadre de gouvernance de l'IA afin de favoriser son efficacité et son acceptabilité sociale.

- Assurer l'ancrage démocratique du cadre de gouvernance de l'IA.
- Accorder la primauté à la protection des Québécois et de leurs collectivités.
- Favoriser l'innovation responsable dans le domaine de l'IA.
- Gouverner en réseau, avec agilité.

Recommandation complémentaire 2 | Instituer le principe de transparence comme l'un des principes directeurs de la loi-cadre sur l'IA du Québec.

Recommandation complémentaire 3 | Créer une instance de discussion qui permettra aux acteurs de l'écosystème de l'IA, aux organismes de réglementation et à la société civile d'entreprendre un dialogue continu sur l'IA, lequel pourrait être animé par la nouvelle autorité indépendante.

Recommandation complémentaire 4 | Concevoir une formation qui permet aux acteurs gouvernementaux provinciaux et municipaux et au personnel des organismes de réglementation concernés de prendre de meilleures décisions en matière d'encadrement de l'IA.

A woman in a dark blazer stands at the front of a meeting room, presenting to a group of people seated at tables. The room is dimly lit with blue ambient lighting. Several people are visible, some looking towards the presenter, others at their laptops. The scene is a professional meeting or training session.

SE PRÉPARER POUR UN AVENIR TRANSFORMÉ PAR L'IA



2. Anticiper les changements induits par l'IA et y adapter les institutions québécoises

Nos sociétés ont été profondément bouleversées par la révolution numérique. Internet, les médias sociaux et la messagerie instantanée ont changé la façon dont nous communiquons, nous travaillons ou nous nous divertissons. La pénétration de l'IA dans la société québécoise provoquera une nouvelle vague de transformations dans toutes ses sphères d'activité. Dans le cadre de la réflexion collective, le Conseil a tenté de cerner les principales dimensions sociales et économiques qui seront affectées par ces changements. En raison de leur importance particulière pour l'avenir du Québec, quatre thèmes ont fait l'objet d'une attention accrue : le travail, la démocratie, la culture et l'environnement.

Dans le domaine du **travail**, l'IA, en particulier générative, permettra l'automatisation de nombreuses tâches, dont on croyait autrefois que seuls les êtres humains pouvaient les accomplir. L'adoption et le déploiement de l'IA devraient avoir des effets bénéfiques dans de nombreux secteurs, de la santé à l'industrie manufacturière, au sein desquels elle pourrait stimuler l'innovation et la productivité. Mais l'IA pourrait aussi perturber ces secteurs en transformant une grande partie des emplois, en accroissant le chômage de certaines catégories de travailleurs et en creusant les inégalités économiques.

La **démocratie et la culture québécoise** seront aussi affectées par la multiplication des systèmes d'IA. Leur pénétration dans la société soulève actuellement des préoccupations d'ordre éthique et juridique. En effet, cela instille, souvent à juste titre, la peur que l'utilisation des systèmes d'IA ne contrevienne aux règles de protection de la vie privée, ne mène à une hausse des discriminations de certains groupes et ne facilite la désinformation, entre autres. Le contrôle de l'IA par les géants américains pourrait aussi menacer le travail et la reconnaissance des artistes et créateurs québécois en diminuant la visibilité de leurs œuvres dans l'espace public.

Finalement, l'IA pourra éventuellement jouer un rôle positif dans la protection de l'**environnement**, en contribuant à la lutte contre les changements climatiques ou à la préservation de la biodiversité, par exemple. Toutefois, l'entraînement et le déploiement des systèmes d'IA et l'extraction des métaux requis pour ériger les infrastructures de l'IA auront des conséquences environnementales importantes. Ce fardeau environnemental doit être pris en compte dans l'analyse coût-bénéfice de l'IA.

De nombreux acteurs ont commencé à se pencher sur les impacts que l'IA aura sur la société et l'économie du Québec, et à créer et mobiliser les connaissances qui nous permettront d'exploiter le potentiel de l'IA tout en limitant ses effets négatifs. Toutefois, beaucoup de travail devra encore être fait pour mieux comprendre – et mieux *faire* comprendre – l'ensemble des enjeux que soulève la montée de l'IA tout comme pour élaborer les stratégies qui permettront d'y faire face efficacement. Ce chapitre présente quelques pistes d'action qu'il conviendrait pour le gouvernement d'entreprendre en priorité sur ces questions.



Recommandation principale 3 – Lancer un chantier de révision et de modernisation du droit du travail et des politiques sociales pour s’assurer qu’ils tiennent compte de l’évolution technologique de l’IA.

2.1. Protéger les travailleurs des effets négatifs de l’IA

L’intégration de l’IA dans l’environnement professionnel présente de nombreux avantages, aussi bien pour les organisations, où cette technologie est perçue comme une réponse potentielle à la pénurie de main-d’œuvre, que pour les travailleurs, dont elle pourrait améliorer les conditions de travail et la productivité. L’IA pourrait ainsi libérer certains travailleurs de tâches répétitives et routinières et leur permettre de se consacrer à des tâches plus intéressantes, à plus forte valeur ajoutée⁶¹. Elle pourrait servir à en soustraire d’autres de besognes dangereuses ou pénibles. Elle pourrait aussi suppléer le manque d’expertise de recrues ou d’employés peu qualifiés⁶². Par exemple, l’A générative permet désormais à des non-spécialistes d’écrire du code informatique, de créer du texte ou de générer des images avec des résultats d’une qualité qu’il aurait été impossible d’atteindre, autrefois, sans formation spécialisée.

En revanche, l’impartition croissante de tâches aux systèmes d’IA comporte aussi des risques. L’IA pourrait certes aider à hausser la productivité des travailleurs et des organisations, mais elle pourrait aussi favoriser, en l’absence de balises claires, une **gestion algorithmique** inappropriée du travail (p. ex. : microsurveillance), ce qui nuirait au bien-être des personnes⁶³. Elle pourrait entraîner une diminution des compétences des travailleurs, de leur autonomie, ou du sens qu’ils trouvent dans leur travail. En outre, elle pourrait mener au désengagement de certains travailleurs qui pourraient être tentés de déléguer la prise de décisions importantes – et la responsabilité de ces décisions – aux systèmes d’IA. Sur cet enjeu, **le Conseil encourage le gouvernement à mettre en œuvre les recommandations du récent rapport [La gestion algorithmique de la main-d’œuvre : analyse des enjeux éthiques](#) publié par la CEST (RC-5).**

Le marché de l’emploi se transformera à mesure que les milieux de travail adopteront l’IA. La montée de l’IA pourrait mettre en péril certains métiers, en entraînant leur métamorphose⁶⁴, leur dévalorisation* ou, carrément, leur disparition. Si l’apparition de l’IA laisse depuis longtemps pressentir l’automatisation de nombreuses tâches manuelles⁶⁵, celle de l’IA générative permet désormais d’anticiper des changements dans des domaines d’emploi que l’on croyait à l’abri. Par exemple, l’apparition d’outils comme ChatGPT bouscule maintenant des emplois créatifs comme ceux liés à la production de films, d’images, de

* Selon le Conseil du Trésor du Québec, les emplois techniques concernent généralement l’application de procédés méthodiques impliquant notamment l’analyse technique, la synthèse et la vérification. Cela nécessite généralement des connaissances et compétences acquises durant les études collégiales.



textes, de voix, etc*. Le pouvoir de négociation de nombreux travailleurs pourrait aussi diminuer en raison de l'IA, particulièrement celui des femmes, qui occupent souvent des emplois plus sujets à être automatisés⁶⁶. L'IA pourrait ainsi aggraver certaines inégalités sociales.

La transition vers l'IA imposera donc de **nouvelles exigences en matière de formation et de requalification professionnelles**. Pour que le Québec demeure concurrentiel et tire son épingle du jeu dans le monde de demain, les travailleurs devront acquérir les nouvelles compétences, techniques et non techniques, qui leur permettront de s'adapter à l'évolution que provoquera l'arrivée de l'IA. Le rôle de l'éducation et de la formation dans l'amélioration de la littératie numérique et en IA, aussi bien dans la population en générale que chez les dirigeants et les travailleurs, est déterminant; il sera abordé en profondeur dans le chapitre 7 - *Former la nation afin que tous les Québécois profitent de l'IA et pour favoriser une adoption responsable de l'IA*.

Encadré 14 – L'arrivée de nouveaux emplois

Bien que l'IA aura des effets négatifs sur le marché de l'emploi, de nombreux postes, dont on ne soupçonne d'ailleurs pas encore la nature, seront également créés⁶⁷. Par exemple, on voit depuis peu sur le marché de l'emploi des offres pour des « spécialistes en requête[†] »; il s'agit de personnes dont la tâche consiste à formuler des requêtes afin d'optimiser les réponses des systèmes d'IA générative.

L'utilisation de l'IA dans les milieux de travail soulève également plusieurs questions relatives à la **responsabilité individuelle et professionnelle**, autant celle des personnes qui développent les systèmes d'IA que celle des utilisateurs. À l'heure actuelle, ces questions complexes sont encore bien loin d'être résolues. Par exemple, comment détermine-t-on la responsabilité de chacun quand un accident impliquant un taxi autonome survient ? Qui entre le fabricant de la voiture, le développeur du logiciel de conduite ou le propriétaire du véhicule est responsable? Ou encore qui doit être tenu responsable quand, dans le cadre de son travail, un professionnel (p. ex. : un médecin) se fie à la recommandation d'un système d'IA pour prendre une décision qui cause des dommages à une personne (p. ex. : un patient) ? Est-ce le médecin qui appuie sa décision sur le système d'IA, l'établissement de soins de santé qui exploite ce système pour accroître l'efficacité de son personnel ou le développeur

* Comme l'illustrent, par exemple, les préoccupations des artistes en grève depuis le printemps 2023 au sein de l'industrie cinématographique américaine.

† On parle parfois erronément « d'ingénieurs de requêtes » sous l'influence de l'expression « *prompt engineers* » en anglais. L'Office québécois de la langue française (OQLF) propose de son côté de nommer ces nouveaux experts des « rédacticiens ». Le terme « [rédactique](#) » est la traduction que propose l'OQLF pour désigner « l'ensemble des techniques de rédaction orientées vers la formulation précise de requêtes envoyées à un système d'IA, en particulier à un grand modèle de langage, en vue d'en améliorer le fonctionnement ou d'en exploiter efficacement les capacités pour obtenir des résultats plus pertinents ». C'est pourquoi on nomme « *rédacticien* » la personne experte en rédactique.



de l'outil d'aide à la décision? La responsabilité (causale) peut être très difficile à déterminer lorsque l'IA est imbriquée dans des systèmes complexes où interviennent une multitude d'acteurs.

Les ordres professionnels ainsi que l'Office des professions, entre autres acteurs, joueront un rôle clé pour déterminer les normes et les pratiques en IA qui devraient être adoptées pour protéger le public québécois. Le Conseil interprofessionnel du Québec, dont le mandat est d'agir comme organisme-conseil auprès du gouvernement et de l'Office des professions, a d'ailleurs entamé une réflexion sur le sujet⁶⁸ qui pourrait un jour mener à des recommandations sur les modifications à apporter au Code des professions ou aux lois et aux règlements professionnels, y compris aux codes de déontologie des ordres*.

Encadré 15 – Travailleurs et organisations : un futur incertain

Dans une note[†] du Comité consultatif du travail et de la main-d'œuvre (CCTM) qui a été partagée avec le Conseil dans le cadre de la réflexion collective, le président de cet organisme s'interroge sur les nombreux impacts que l'IA pourrait avoir sur le marché du travail, les travailleurs et les organisations, notamment sur :

Les emplois disponibles [...] : dans la mesure où il y aurait une valeur ajoutée de l'IA dans les milieux de travail, comment et à qui cela pourrait[-il] profiter? Que faire avec les travailleurs et travailleuses ainsi que les gestionnaires qui verraient leur emploi transformé ou qui pourraient perdre leur emploi?

Le contenu et la nature des emplois [...] : quel type de formation professionnelle sera disponible (littératie, numératie, etc.) pour les individus touchés par l'automatisation? Comment favoriser un accès juste et équitable à l'emploi? Serait-il nécessaire de moderniser le droit du travail et les normes du travail? Faudra-t-il porter une attention spéciale en matière de prévention de la santé et sécurité au travail (p. ex. : intensité du travail, accident après une défaillance des outils numériques, etc.)?

La gestion des ressources humaines et sur les relations entre les travailleurs et les technologies [...] : comment préserver et valoriser l'essence même du nouveau travail? Comment veiller à la protection et au respect de la vie privée avec, entre autres, l'accroissement des technologies?

Comme l'illustre ce qui précède, le Québec fait face à une transformation rapide du marché du travail qui risque d'accentuer les inégalités sociales et de ralentir l'acceptabilité sociale et professionnelle du déploiement de l'IA, d'autant plus si elle n'est pas accompagnée d'une

* Un « [prototype de code de déontologie](#) » a été rédigé pour le domaine de la santé. Il consiste en une série d'énoncés qui pourraient être intégrés à des codes de déontologie existants, apportant dans plusieurs cas des précisions aux principes généraux qui y sont déjà énoncés.

[†] Note du président du CCTM, M^e François Lamoureux, soumise aux membres du CA dans le cadre d'une journée de réflexion sur les transformations du monde du travail.



modernisation du droit du travail et des politiques sociales. Seule une modernisation de cette ampleur permettra de protéger les travailleurs du chômage technologique, de la gestion algorithmique et d'autres risques comme la perte de compétences clés. **À cet effet, le Conseil recommande que le gouvernement lance rapidement un chantier de révision et de modernisation du droit du travail et des politiques sociales pour s'assurer que ces derniers tiennent compte de l'évolution technologique de l'IA (RP-3).**

Il faudra notamment viser à encadrer l'implantation de l'IA au travail pour éviter, notamment, que celle-ci ne débouche sur une baisse de l'autonomie et du bien-être des travailleurs. Ce chantier devra également repenser le filet de sécurité sociale pour s'assurer de protéger les travailleurs dont la profession risque d'être transformée par l'IA, particulièrement les personnes qui ne pourront pas être formées ou requalifiées, et de minimiser les inégalités sociales. Finalement, il devra favoriser l'adoption rapide de règles qui permettent d'outiller et de protéger les travailleurs et le public, en particulier dans des secteurs sensibles comme la santé et l'éducation.

Il sera essentiel que l'encadrement de l'IA tienne compte des particularités des différentes industries québécoises, de même que des métiers et professions variés qu'exercent les travailleurs. L'État devra déterminer si des règles spécifiques doivent être établies dans des secteurs où des travailleurs vulnérables pourraient être affectés par le déploiement de l'IA, de même que dans des secteurs névralgiques pour le bien-être de la population, comme celui de la santé et des services sociaux.

Il sera aussi essentiel que les travailleurs aient voix au chapitre lors de la transformation numérique de leur organisation. La création d'espaces de dialogue réunissant le patronat, les syndicats, la main-d'œuvre, les établissements de formation et d'autres acteurs clés sera donc nécessaire pour assurer l'acceptabilité sociale de l'IA au Québec. Certains acteurs joueront un rôle crucial à cet égard, notamment : le CCTM, dont la mission est de développer et maintenir la concertation entre les organisations patronales et syndicales afin d'orienter et de soutenir l'action gouvernementale en matière de travail et de main-d'œuvre; et la Commission des partenaires du marché du travail (CPMT), qui réunit plusieurs acteurs du milieu, incluant les comités sectoriels de main-d'œuvre, les comités consultatifs et les conseils régionaux, et qui conseille le gouvernement quant aux stratégies à appliquer et aux objectifs à atteindre en matière de main-d'œuvre et d'emploi.

En particulier, le Conseil encourage le gouvernement à tenir compte du fait que la CPMT s'est récemment dotée d'un pôle d'expertise sur la transition numérique dans le cadre de sa nouvelle politique d'intervention sectorielle qui vise à soutenir le développement des compétences de la main-d'œuvre. **Le gouvernement devrait confier à la CPMT le mandat de faire de ce pôle un lieu de concertation démocratique et multipartite dédié à :**

- **l'évaluation des impacts positifs et négatifs de l'IA sur le travail et l'emploi;**
- **l'élaboration de stratégies pour en maximiser les avantages et en minimiser les inconvénients pour les travailleurs;**
- **la création et la diffusion d'outils de soutien à l'utilisation responsable de l'IA dans les organisations et les milieux de travail (RC-6).**



Encadré 16 – Un métier transformé par la technologie

Les effets de la technologie ne sont pas toujours ceux que l'on pense. Par exemple, dans les années 1980, les comptables percevaient comme une menace l'arrivée sur le marché du tableur Microsoft Excel, une puissante « machine à calculer ». En effet, le commun des mortels pouvait désormais se procurer facilement – et à petit prix! – un logiciel pour réaliser sa trésorerie, préparer ses comptes, faire des simulations, et même suivre des cours et des tutoriels gratuits sur Internet pour développer de nouvelles compétences en comptabilité. Pourtant, le métier de comptable n'a pas disparu; il a au contraire évolué *grâce* à l'intégration de cet outil à la profession pour la réalisation de tâches qui s'avéraient auparavant chronophages. Finalement, le tableur a permis aux comptables d'étoffer leur offre de services et de produire davantage de valeur ajoutée.



2.2. Renforcer la démocratie québécoise pour relever les défis que pose l'IA

La démocratie présuppose l'existence d'institutions et de procédures permettant, d'une part, aux citoyens de communiquer leurs préférences sociales et politiques et, d'autre part, au gouvernement de consulter les citoyens afin de connaître leurs préférences. Dans les démocraties représentatives modernes, l'élection, qui inclut au moins le vote et la possibilité de faire campagne pour persuader les électeurs, joue un rôle central dans le processus de communication et d'agrégation des préférences citoyennes.

Ces dernières années, au Québec comme ailleurs, la démocratie s'est fragilisée. Comme le notait récemment le directeur général des élections, le taux de participation aux élections générales, qui dépassait habituellement la barre des 75 %, a chuté à 66 % lors des deux derniers scrutins provinciaux. Les citoyens ont moins tendance que par le passé à s'engager en politique, par exemple, en devenant membres d'un parti ou en y travaillant. En outre, la désinformation et le harcèlement des candidats et des élus ont pris de l'ampleur depuis l'apparition des médias sociaux en ligne⁶⁹.

D'autres phénomènes émergents sont préoccupants*. Par exemple, les acteurs qui se servent désormais du numérique pour cerner les préoccupations et les préférences d'électeurs particuliers et pour produire des messages personnalisés inquiètent. Comme le soulignait un élu américain en 2021 : « Lorsqu'un candidat est autorisé à transmettre des messages conflictuels et contradictoires à différentes personnes, il est presque impossible de savoir ce qu'il défend et le public cesse d'avoir une compréhension partagée de la question suivante : pour qui vote-t-il exactement?⁷⁰ »

Différents auteurs croient que la pénétration de l'IA dans la société et sa convivialité croissante pourraient entraîner une détérioration accélérée d'une situation déjà difficile. Par exemple, l'arrivée de l'IA générative, qui permet de produire facilement du texte, des images ainsi que des clips audio ou vidéo, pourrait aggraver le phénomène de la désinformation et la mésinformation politique. Elle ouvre, en effet, la porte à la circulation d'un haut volume de contenus synthétiques et d'hypertrucages, notamment sur les médias sociaux, où l'information se propage à une vitesse fulgurante. Ces créations peuvent carrément influencer sur le résultat d'un scrutin (voir l'encadré 17, qui en montre un exemple éloquent).

* Pour un survol plus détaillé des enjeux démocratiques que soulève l'IA, vous pouvez consulter le document [État de situation – Les impacts sociétaux de l'intelligence artificielle sur la démocratie, l'environnement et les arts et la culture](#) produit par le groupe de travail thématique dans le cadre de la réflexion collective. Pour lire les recommandations complémentaires émises par le groupe de travail à ce sujet, vous pouvez également consulter le rapport thématique sur les impacts sociétaux de l'IA qui se trouve dans le dossier thématique, sur cette même page Web.



Leurs effets pourraient s'intensifier au cours des prochaines années alors que, grâce à l'IA, les acteurs pourront à la fois recourir aux hypertrucages et au microciblage pour s'adresser à un public particulier avec un message hautement personnalisé*.

Encadré 17 – Le cas slovaque de la triche électorale propulsée par l'IA

Les récentes élections slovaques ont donné une bonne idée du potentiel perturbateur de l'IA générative et des hypertrucages pour nos démocraties. Un enregistrement audio dans lequel un politicien et une journaliste discutaient des moyens d'acheter le soutien politique de la communauté rom de Slovaquie a fait son apparition sur Facebook peu de temps avant le scrutin. Les protagonistes ont « immédiatement dénoncé l'audio comme étant un faux. Le département de vérification des faits de l'Agence France Presse a déclaré que l'audio montrait des signes de manipulation par l'IA. Cependant, l'enregistrement a été mis en ligne dans les 48 heures précédant le scrutin, une période durant laquelle les médias et les politiciens sont censés rester silencieux. Cela signifiait, selon les règles électorales slovaques, qu'il était difficile de démentir largement cette publication. De plus, le trucage était un audio, ce qui exploitait une faille dans la politique de désinformation de Meta, qui stipule que seules les "vidéos" falsifiées – où une personne semble dire des mots qu'elle n'a jamais prononcés – contreviennent aux règles.⁷¹ »

Le directeur général des élections est conscient que l'IA devrait avoir des impacts négatifs – et certains effets positifs – sur le processus électoral et la démocratie québécoise. Dans [Pour une nouvelle vision de la Loi électorale](#), le document de consultation publique qu'il a lancé au début d'octobre 2023, on peut lire ceci : « Au cours des prochaines années, le développement de systèmes avancés d'intelligence artificielle complexifiera la lutte à la désinformation, si rien n'est fait pour encadrer ces nouveaux outils ». En effet, ces derniers permettront de rehausser l'efficacité avec laquelle les médias sociaux et d'autres plateformes amplifient les messages politiques.

Le directeur général se demande donc si, à l'instar du Parlement européen, il ne faudrait pas envisager d'interdire carrément que « [l]es robots et les comptes automatisés ou l'IA [soient] autorisés à diffuser des publicités à caractère public et politique⁷² ». Pour donner aux plateformes numériques l'obligation de répertorier les publicités relatives aux élections dans un registre et pour relever les défis liés à la surveillance des activités électorales

* Cela dit, certains acteurs croient qu'il ne faut pas sous-estimer le potentiel de l'IA comme outil de soutien à la revitalisation et à la modernisation du processus démocratique. Dans le contexte électoral, l'IA pourrait, par exemple, servir à faciliter le dialogue public ou stimuler la participation citoyenne en automatisant et en taillant sur mesure les rappels de vote et les informations sur le processus électoral. Des jumeaux numériques des candidats, par exemple, pourraient répondre en ligne aux questions des citoyens, renforçant ainsi leur engagement. Des initiatives, comme [vTaiwan](#), montrent d'ailleurs comment une telle utilisation de l'IA peut faciliter le dialogue public, en permettant aux citoyens d'exprimer leurs opinions et de trouver un terrain d'entente sur des questions de politique publique. En combinant la capacité de l'IA à traiter de grandes quantités de données avec la volonté des citoyens de participer au débat, la démocratie pourrait non seulement être préservée à l'ère numérique, mais aussi renforcée.



menées en ligne, le directeur propose aussi de modifier la Loi électorale du Québec, comme ça a été le cas de la loi électorale fédérale. De plus, la nouvelle loi électorale pourrait aller plus loin encore en exigeant que « les registres indiquent le coût des publicités de même que les critères de microciblage utilisés pour les diffuser, particulièrement si cette pratique continue de ne pas être encadrée ».

Plus largement, dans son document, le directeur général des élections convie « les différents acteurs de la société à une réflexion sur la démocratie à l'ère du numérique. Il faut unir nos forces, précise-t-il, pour favoriser l'éducation à la démocratie, pour préserver la confiance des électrices et des électeurs envers les élections et pour encourager la participation électorale en facilitant l'exercice du vote de manière éclairée et en favorisant l'égalité des chances ainsi que la transparence dans les communications en ligne ».

Il apparaît donc essentiel de renforcer la capacité d'Élections Québec à adapter le cadre électoral québécois à la montée de l'IA spécifiquement. En effet, cet organisme dispose de ressources somme toute limitées pour définir l'ensemble des risques associés, dans son champ de compétences, à la montée de l'IA (p. ex. : pour détecter les tentatives d'ingérence électorale ou les stratégies d'influence réalisées ou mises en œuvre à l'aide de l'IA).

La création d'un comité interdisciplinaire d'experts dédié à l'étude des enjeux démocratiques que soulève l'IA pourrait soutenir les efforts d'Élections Québec en ce sens. Cet organisme devrait aussi se voir donner les moyens dont il a besoin pour aborder ces enjeux, faire respecter les règles élaborées pour encadrer le recours à l'IA durant le scrutin, et lancer des projets ou des expériences en IA visant à renforcer le processus électoral et favoriser la délibération démocratique au Québec. Élections Québec jouera un rôle moteur en matière de protection de la démocratie à l'ère de l'IA; cet organisme devra bien sûr travailler de près avec d'autres institutions publiques et la société civile pour protéger l'intégrité des élections.

En résumé, le Conseil encourage le gouvernement du Québec à renforcer la capacité d'Élections Québec pour :

- **étudier les impacts de l'IA sur l'intégrité du processus électoral québécois et sur la participation des citoyens aux élections;**
- **protéger la vitalité de la démocratie québécoise contre les effets néfastes de certains usages de l'IA;**
- **explorer comment l'IA pourrait éventuellement servir à bonifier et soutenir la délibération démocratique.**

Il encourage aussi l'État à mettre sur pied un comité interdisciplinaire pour appuyer Élections Québec dans ses travaux (RC-7).

Dans un autre ordre d'idées, il sera important que l'IA ne vienne pas exacerber la fracture numérique, en particulier en ce qui concerne l'exercice des droits démocratiques. En raison de facteurs variés (p. ex. : handicap, manque de littératie numérique, accès limité à Internet, etc.), certains citoyens sont moins à l'aise que d'autres avec les technologies, ou même



incapables de les utiliser, dans le cadre de leurs interactions avec le gouvernement du Québec ou de leur participation à la vie démocratique. Or, cela ne devrait en aucun cas les pénaliser. En effet, chaque citoyen devrait être en mesure de recourir à des méthodes traditionnelles, dont la visite d'un bureau gouvernemental, pour exercer son droit de vote, accéder à des renseignements électoraux, prendre part aux délibérations organisées par les acteurs publics sur un sujet particulier, etc. Personne ne devrait être exclu parce qu'il maîtrise mal le numérique. Le gouvernement du Québec doit donc s'assurer de mettre en place des mesures qui permettent à chaque citoyen de s'informer, de voter, de délibérer et de contester le pouvoir au Québec sans avoir à interagir avec des systèmes d'IA ou des plateformes numériques.



2.3. Protéger les artistes et les travailleurs culturels et l'expression de la diversité culturelle québécoise

La pénétration de l'IA dans la société aura des effets dans tous les secteurs. Mais il est indubitable que celui des arts et de la culture* sera l'un de ceux qui seront le plus touchés.

D'abord, l'IA affectera fortement la manière dont les contenus artistiques et culturels sont produits. Par exemple, des outils comme ChatGPT, Midjourney ou resemble.ai sont maintenant en mesure de créer, instantanément et à très faible coût, des textes, des illustrations ou des musiques d'une qualité qu'il était autrefois impossible d'atteindre. De nombreux artistes visuels ont ainsi commencé à se servir de l'IA générative pour rapidement réaliser un premier jet d'images, de la même façon qu'ils recourent, depuis les années 1990, à des logiciels de retouche, de traitement et de dessin assisté par ordinateur, comme Photoshop, pour améliorer leur productivité et la qualité de leur travail⁷³. L'apparition de ces outils puissants explique que, dans des segments comme celui du jeu vidéo, les entreprises ont commencé à se tourner vers l'IA pour soutenir le travail des créateurs, et même, parfois, pour les remplacer. Si la tendance se maintient, ce phénomène devrait s'amplifier au cours des prochaines années. En fait, les leaders du jeu vidéo estiment que d'ici cinq à dix ans, l'IA se chargera de 50 % des activités de développement d'un nouveau jeu, contre 5 % à l'heure actuelle⁷⁴.

L'IA, en particulier générative, soulève des questions sérieuses relativement au modèle économique de plusieurs industries du milieu des arts et de la culture, et même remet en question la capacité future des artistes à vivre de leur art. Par exemple, l'Union des artistes a tout dernièrement fait part de ses inquiétudes quant aux conséquences de l'apparition de l'IA générative sur l'avenir des artistes de la voix, comme les doubleurs au cinéma⁷⁵. Le développement de la capacité de l'IA à produire des scénarios⁷⁶ explique en forte partie la grève récente des scénaristes d'Hollywood[†]. La croissance de l'IA a aussi provoqué de vives réactions chez des romanciers anglo-saxons, dont John Grisham⁷⁷, qui ont poursuivi OpenAI et d'autres producteurs de grands modèles de langage pour n'avoir pas respecté leurs droits d'auteur[‡].

* Pour un survol plus détaillé des enjeux que soulève l'IA dans le secteur des arts et de la culture, vous pouvez consulter le document [État de situation - Les impacts sociétaux de l'intelligence artificielle sur la démocratie, l'environnement et les arts et la culture](#) produit par le groupe de travail thématique dans le cadre de la réflexion collective. Pour lire les recommandations complémentaires émises par le groupe de travail à ce sujet, vous pouvez également consulter le rapport thématique sur les impacts sociétaux de l'IA qui se trouve dans le dossier thématique sur cette même page Web.

† Selon les conditions de l'entente conclue par les scénaristes à l'été 2023, les studios ne peuvent pas utiliser l'IA pour rédiger des scénarios ou modifier des scénarios déjà écrits par un auteur. Le contrat empêche aussi les studios de considérer le contenu généré par l'IA comme un matériau de base que les scénaristes pourraient devoir adapter pour un tarif réduit et avec moins de reconnaissance qu'un scénario original. Voir [How Hollywood writers triumphed over AI - and why it matters | The Guardian](#).

‡ ChatGPT et d'autres modèles ont été entraînés à l'aide de données appartenant à certains auteurs sans leur consentement.



Ensuite, l'IA aura des effets sur la diffusion et la découvrabilité des contenus culturels. Ainsi, de grandes plateformes numériques internationales, comme iTunes, Spotify, Netflix, Audible, Prime et bien d'autres, recourent à l'IA pour suggérer des films, des émissions, des chansons, des balados, des livres, des livres audio et d'autres contenus à leurs abonnés. Cette pratique, qui repose sur des algorithmes au fonctionnement opaque, guide la majorité des comportements des consommateurs. À preuve, 70 % des contenus visionnés par les abonnés de Netflix ont d'abord fait l'objet d'une recommandation personnalisée du géant américain⁷⁸. Par cette pratique, les plateformes tiennent, d'abord et avant tout, à fidéliser leurs clients et, ultimement, à maximiser leurs profits; ainsi, les systèmes de Netflix visent à promouvoir les contenus produits à grands frais par l'entreprise plutôt qu'à aiguiller le client vers la meilleure correspondance possible⁷⁹. Elle a toutefois pour conséquence d'« enfermer » l'utilisateur dans ses propres préférences, nuisant ainsi à la découvrabilité de contenus nouveaux, et locaux.

Pour leur part, les acteurs de l'univers de la diffusion culturelle sont préoccupés, entre autres choses, de constater que les recommandations faites par l'IA laissent moins de place aux productions du Québec qu'elles ne le devraient. À propos du secteur de la musique, un chercheur note que « [c]ontrairement au Danemark et à l'Islande, les grandes plateformes comme Apple Music et Spotify ne considèrent pas le Québec comme un pays. Elles n'adaptent donc pas leurs algorithmes à nos spécificités. L'algorithme au Québec est le même que pour le reste du Canada, on ne nous propose donc presque jamais de musique en français. On ne prend pas en compte notre souveraineté culturelle* ». De plus, une analyse de l'Observatoire de la culture et des communications de l'Institut de la statistique du Québec relève qu'en 2022, seulement 5,3 % des pistes musicales les plus écoutées au Québec sur des services de diffusion en continu comme Spotify ou Amazon Music provenaient d'interprètes francophones québécois⁸⁰. Le contrôle que les plateformes en tous genres exercent sur les choix de consommation des populations du Québec et d'ailleurs « engendrent [en fin de compte] des écarts significatifs dans l'accès aux contenus culturels francophones et des inégalités en termes de partage de revenus⁸¹ », relève l'Organisation internationale de la francophonie.

Malgré le rôle clé que jouent les algorithmes de recommandations dans la découvrabilité des contenus, la récente modification à la Loi sur la radiodiffusion (projet de loi 11) exempte spécifiquement les algorithmes du champ d'action du CRTC dans « la mise en valeur et la découvrabilité des émissions canadiennes et des services de programmation canadiens, notamment les émissions de langue originale française »⁸². Par ailleurs, dans le plus récent

* Cela dit, certaines cultures nationales qui jouissent de la protection de frontières semblent connaître les mêmes problèmes de visibilité sur les plateformes que le Québec. Ainsi, des scientifiques relèvent que Deezer, une plateforme musicale populaire dans la francophonie, recommande paradoxalement peu d'artistes francophones à ses utilisateurs. « Nous avons été déçus par le manque de contenus en français recommandés. [...] En l'espace de six mois, sur les 260 000 recommandations réalisées sur nos 24 profils, seules 13 % d'entre elles concernaient des contenus francophones. Et sur 1300 recommandations d'artistes, 135 seulement étaient des francophones; et encore, il s'agissait essentiellement d'artistes déjà bien implantés sur le marché. » Voir [Des contenus numériques francophones peu « découvrables » | Le Devoir](#) et [Sur les plateformes d'écoute, le Québec s'américanise | Le Devoir](#).



décret donnant des instructions au CRTC, il est ordonné à ce dernier de « favoriser une approche axée sur les résultats qui réduit la nécessité pour les entreprises de radiodiffusion de modifier leurs algorithmes informatiques qui ont un effet sur la présentation des émissions ». ⁸³ La capacité de la réglementation fédérale d'influencer les algorithmes de recommandation pour favoriser la découvrabilité des contenus culturels francophones est donc très limitée pour le moment et requiert de l'État québécois qu'il explore toutes les options à sa disposition pour protéger les arts et la culture québécoise.

Dans ce contexte, le Conseil souhaite émettre deux recommandations complémentaires.

Premièrement, il faut savoir que des projets visant à mieux comprendre comment l'IA améliore ou entrave la découvrabilité des contenus culturels francophones et autochtones ont déjà été entrepris au Québec et ailleurs. En 2022, le gouvernement du Québec a par exemple lancé le programme [Découvrabilité des contenus culturels francophones](#) pour soutenir des projets en ligne ⁸⁴. Depuis 2020, des travaux sur ces questions sont menés conjointement sous la responsabilité des ministères de la culture français et québécois ⁸⁵. En 2019, Véronique Guèvremont, responsable de l'axe de recherche en arts, médias et diversité culturelle à l'OBVIA, participait de son côté à la production du rapport [Les mesures de découvrabilité des contenus culturels francophones dans l'environnement numérique : compte rendu des tendances et recommandations](#) ⁸⁶. Ce rapport traitait notamment de la question de la découvrabilité des contenus autochtones*. Ainsi, il conviendra pour le gouvernement du Québec, en collaboration avec le gouvernement fédéral, les acteurs de la francophonie et les peuples autochtones, d'accélérer fortement la réalisation de tels projets ou l'application de leurs résultats.

Mais le Québec devrait aller plus loin en matière de culture, lui qui possède d'importantes compétences législatives à cet égard, notamment en ce qui concerne la production, la diffusion, la distribution, la vente et la découvrabilité des contenus culturels, de même que l'information journalistique et les entreprises de presse[†]. **Le Conseil encourage donc le gouvernement du Québec à activer l'ensemble des leviers à sa disposition, notamment les leviers législatifs, pour améliorer la découvrabilité des contenus culturels francophones et autochtones sur les grandes plateformes de diffusion (RC-8)**. Il pourrait ainsi encadrer les grandes plateformes de diffusion présentes au Québec pour que les contenus culturels d'ici y soient davantage accessibles, mieux valorisés et plus faciles à trouver.

* D'ailleurs, tout comme pour les contenus francophones, l'accès aux contenus culturels autochtones dépend de « leur disponibilité et [de] leur visibilité dans la sphère publique, ainsi que [de] leur découvrabilité dans l'environnement numérique » (citation tirée de [La Décennie des langues autochtones \(2022-2032\)](#)). Toutefois, les différentes initiatives québécoises des dernières années pour favoriser la découvrabilité ont surtout ciblé les contenus francophones. À noter que les contenus culturels autochtones sont parfois en langue française.

† Le gouvernement québécois considère entre autres que le projet de loi fédéral C-11 n'écarte pas l'application des lois québécoises actuelles et à venir aux entreprises en ligne. Voir le document [Étude des crédits 2023-2024, Culture et Communications, Réponses aux demandes de renseignements particuliers, Troisième groupe d'opposition](#).



Encadré 18 – Améliorer la distribution des livres grâce à l’IA

La montée de l’IA dans le secteur culturel présente aussi des occasions intéressantes sur le plan de la gestion. Dans le monde du livre, des éditeurs, des distributeurs et des libraires se servent ainsi de l’IA pour déterminer le nombre d’exemplaires à tirer d’un ouvrage en fonction de son contenu et de son lectorat, ou pour améliorer la distribution des livres. Pour la chaîne de distribution du livre, la montée de l’IA signifie qu’il serait possible d’automatiser en temps réel les commandes de livres depuis les détaillants jusqu’aux distributeurs et aux imprimeurs, voire jusqu’aux éditeurs.

« De la réception et de l’entreposage des livres à l’exécution des commandes et leur livraison en passant par la facturation des marchandises, tous les aspects de la distribution peuvent profiter d’une automatisation par l’IA et la robotique. [...] Un système d’IA pensé à la fois pour la diffusion et la distribution, et raccordé aux données en amont et en aval de la chaîne du livre, pourrait certainement optimiser le fonctionnement du secteur, en réduisant les fameux 25 % à 35 % de retours usuels, par exemple. Mais pour cela, une concertation des acteurs sur la question de la collecte et de la mise à disposition des données est nécessaire⁸⁷ ».

Deuxièmement, comme mentionné précédemment dans le présent document, le gouvernement du Québec devra veiller notamment à : mieux comprendre les effets que l’IA aura sur les travailleurs; soutenir les efforts entrepris pour les former à l’utilisation l’IA; aider l’ensemble des acteurs économiques à déployer les processus et appliquer les façons de faire qui les aideront à tirer profit de l’IA tout en créant des milieux de travail propices à l’épanouissement de leurs employés ou collaborateurs. En raison des bouleversements majeurs que l’IA y provoquera, de sa fragilité relative⁸⁸ et de son caractère unique, le secteur des arts et de la culture du Québec et la protection de ceux qui y œuvrent devraient faire l’objet d’une attention particulière.

Le gouvernement du Canada vient de lancer une consultation sur l’éventuelle révision du droit d’auteur face aux défis posés par l’IA. « Les questions qui seront à l’étude durant la consultation et qui sont présentées dans le document de consultation concernent : l’utilisation d’œuvres protégées par le droit d’auteur aux fins de l’entraînement des systèmes d’IA; la titularité et la propriété des droits en ce qui concerne le contenu produit par l’IA; la responsabilité, particulièrement si le contenu produit par l’IA viole les droits d’auteur d’œuvres existantes.⁸⁹ » **Ainsi, le Conseil encourage le gouvernement du Québec à collaborer étroitement avec le gouvernement fédéral, ces prochaines années, pour accélérer la modernisation du droit d’auteur afin, notamment, d’empêcher l’incorporation et l’utilisation du travail, de l’image et de la voix des artistes et des travailleurs de la culture, sans leur consentement, dans les modèles d’IA générative (RC-9).**



2.4. Minimiser les impacts environnementaux de l'IA tout en tirant parti des possibilités qu'elle offre

L'IA présente un important potentiel pour contribuer à la lutte contre les changements climatiques⁹⁰. Ainsi, le recours à l'IA nous permet de mieux anticiper des phénomènes météorologiques violents – inondations, feux de forêt, tempêtes de verglas, etc. – et à nous y préparer ou anticiper certains de leurs effets, par exemple sur les mouvements migratoires. Comme le révèle le rapport du Partenariat mondial sur l'IA, [Climate Change and AI](#)⁹¹, l'IA jouera un rôle dans la protection de la biodiversité en facilitant l'analyse à distance de la santé des espèces animales et de leur migration. Elle pourra aider à réduire la consommation que les agriculteurs font de l'eau et des engrais⁹². En ce qui concerne la production d'énergie, l'IA pourra aider les organisations à prévoir les conditions climatiques dans une région donnée et à planifier l'installation d'infrastructures coûteuses, comme des éoliennes ou des fermes solaires, avec dix ou vingt années d'anticipation. L'IA permettra en outre aux organisations d'exploiter les ressources électriques du Québec de manière plus efficace et efficiente. Elle jouera ainsi un rôle majeur dans le développement de batteries toujours plus performantes⁹³ et dans la réduction marquée des coûts de chauffage ou de climatisation des grands immeubles⁹⁴. Enfin, l'IA pourra aider à décarboner le secteur des transports en aidant à prédire la demande pour différents moyens de transport, en permettant d'optimiser les déplacements de personnes ou de marchandises, et en rendant possible le lancement de bus autonomes.

Toutefois, le développement et le déploiement de l'IA engendrent d'importants coûts environnementaux, directs et indirects, qu'il est crucial de limiter. Les impacts directs découlent de l'existence matérielle des systèmes et renvoient au cycle de vie des systèmes d'IA – production, transport, opération et fin de vie –, incluant la capacité de calcul utilisée pour entraîner ceux-ci. D'ailleurs, l'entraînement de grands modèles de langage est particulièrement énergivore. Par exemple, le Council on Foreign Relations estime que, comme les superordinateurs utilisés pour faire fonctionner les systèmes d'IA sont alimentés par des centrales électriques et des génératrices de secours, l'entraînement d'un seul système d'IA peut émettre plus de 110 000 kilos de dioxyde de carbone. « En fait, l'utilisation de l'IA dans tous les secteurs génère des émissions comparables à celles de l'industrie aéronautique⁹⁵ ». La contamination des sols ou de l'eau que provoquera l'extraction des métaux rares nécessaires aux infrastructures de soutien de l'IA – aux serveurs, aux microprocesseurs, etc. – représente un autre effet négatif direct de la montée de cette technologie.

D'autres coûts environnementaux sont pour leur part indirects. L'utilisation de systèmes d'IA peut engendrer des impacts négatifs s'ils soutiennent des modèles d'affaires non durables, en exacerbant, par exemple, les impacts environnementaux de secteurs polluants. Il faut également considérer les effets « rebonds » que l'IA pourrait avoir sur la consommation des produits et des services dans lesquels elle est intégrée. Ces effets se produisent lorsqu'un gain d'efficacité réalisé en réponse à un progrès technologique est compensé par une accélération de la consommation de ressources⁹⁶, ou encore lorsque les gains établis dans les chaînes d'approvisionnement sont déplacés vers une production et une consommation accrue. Par exemple, l'OCDE estime que l'amélioration des algorithmes de recommandation



pourrait favoriser un nouvel essor du commerce en ligne, qui aurait des retombées négatives sur l'environnement en raison de la hausse des livraisons à domicile qu'il susciterait⁹⁷.

Il importera de bien comprendre et d'évaluer les coûts environnementaux des systèmes d'IA dans leurs différents domaines d'application afin de s'assurer que les avantages surpassent les inconvénients. Car, dans le contexte de l'urgence climatique, ne pas tenir compte de l'empreinte environnementale de l'IA serait une erreur. Seule la disponibilité de données et de connaissances scientifiques avancées sur le lien entre les systèmes d'IA et l'environnement permettra d'élaborer une stratégie cohérente qui permettra au Québec de faire de l'IA un levier efficace de lutte contre les changements climatiques tout en réduisant au minimum la taille de l'empreinte laissée par cette technologie.

Cela signifie deux choses.

D'abord, **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à appuyer la recherche sur l'analyse des impacts environnementaux des systèmes d'IA à tous les stades de leur cycle de vie, de même que les travaux sur l'IA frugale (RC-10)**. Cette dernière s'avère aussi efficace que l'IA conventionnelle, bien que son développement et son déploiement reposent sur l'application de techniques, de modèles et d'algorithmes moins gourmands en données et en énergie.

Ensuite, **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à mettre en œuvre une stratégie cohérente visant à soutenir les travaux internationaux de développement des méthodes d'évaluation et des indicateurs de mesure de l'empreinte environnementale des systèmes d'IA, notamment en encourageant la participation des acteurs québécois à ces efforts et la diffusion des meilleures pratiques en la matière (RC-11)**. Ces travaux internationaux ont comme objectifs l'élaboration d'un système servant à noter la performance environnementale des systèmes d'IA par le biais d'un processus d'évaluation environnementale rigoureux. Plus de transparence sera nécessaire de la part des acteurs concernés par la conception et l'utilisation des systèmes d'IA. De surcroît, la divulgation de renseignements par ces derniers permettra de mieux saisir les impacts réels de l'IA sur l'environnement. Ultimement, un tel système pourra mener à la mise en place d'exigences de divulgation de l'empreinte environnementale des systèmes d'IA et des centres de données créés ou déployés au Québec.

Finalement, **le Conseil encourage le gouvernement à soutenir la capacité des organisations québécoises, d'une part, à déceler et saisir les différentes possibilités qu'offre l'émergence de l'IA sur le plan environnement, par exemple afin d'améliorer leur bilan carbone, et d'autre part, à bien évaluer et réduire les impacts environnementaux des systèmes d'IA qu'elles développent ou utilisent (RC-12)**. À cette fin, différents intermédiaires pourront être mobilisés, qu'ils proviennent du secteur de l'IA, comme IVADO, Mila ou le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM), du milieu de la protection de l'environnement ou de la lutte contre les changements climatiques, comme Future Earth, ou de différentes industries du Québec dans lesquelles l'IA sera utilisée, du secteur minier à celui de la construction en passant par l'agroalimentaire. Il conviendra pour ces intervenants de développer des outils, des cas d'usage et des programmes d'accompagnement pour



soutenir les entreprises et les organismes publics dans leur exploration et leur appropriation de l'IA à des fins de préservation des ressources ou de lutte contre les changements climatiques spécifiquement. Ces outils pourront être partagés à travers le réseau de formateurs dont le Québec doit se doter en matière d'IA (voir la recommandation prioritaire 4 au chapitre 3 - *Former la nation afin que tous les Québécois profitent de l'IA et pour favoriser une adoption responsable de l'IA*) pour soutenir une adoption plus responsable de cette technologie. Ces initiatives pourraient se traduire par le financement de nouveaux modèles de collaboration intersectorielle pour la réalisation de projets de recherche et de développement à l'intersection de l'IA, de l'environnement et d'un secteur particulier (p. ex. : l'agriculture).



Recommandations complémentaires du Chapitre 2

Travail

Recommandation complémentaire 5 | Mettre en œuvre les recommandations du récent rapport de la CEST intitulé *La gestion algorithmique de la main-d'œuvre : analyse des enjeux éthiques*.

Recommandation complémentaire 6 | Donner à la Commission des partenaires du marché du travail (CPMT) le mandat de faire de son pôle d'expertise sur la transition numérique un lieu de concertation démocratique et multipartite qui sera notamment consacré à :

- l'évaluation des impacts positifs et négatifs de l'IA sur le travail et l'emploi;
- l'élaboration de stratégies pour en maximiser les avantages et en minimiser les inconvénients pour les travailleurs;
- la création et la diffusion d'outils de soutien à l'utilisation responsable de l'IA dans les organisations et les milieux de travail.

Démocratie

Recommandation complémentaire 7 | Renforcer la capacité d'Élections Québec à :

- étudier les impacts de l'IA sur l'intégrité du processus électoral québécois et sur la participation des citoyens aux élections;
- protéger la vitalité de la démocratie québécoise contre les effets néfastes de certains usages de l'IA;
- explorer comment l'IA pourrait éventuellement servir à bonifier et soutenir la délibération démocratique;
- mettre sur pied un comité interdisciplinaire pour appuyer cet organisme public dans ses travaux.



Arts et culture

Recommandation complémentaire 8 | Activer l'ensemble des leviers à la disposition du gouvernement, notamment législatifs, pour améliorer la découvrabilité des contenus culturels francophones et autochtones sur les grandes plateformes de diffusion.

Recommandation complémentaire 9 | Collaborer étroitement avec le gouvernement fédéral pour accélérer la modernisation du droit d'auteur afin, notamment, d'empêcher l'incorporation et l'utilisation du travail, de l'image et de la voix des artistes et des travailleurs de la culture, sans leur consentement, dans les modèles d'IA générative.

Environnement

Recommandation complémentaire 10 | Encourager la recherche sur l'analyse des impacts environnementaux des systèmes d'IA à tous les stades de leur cycle de vie, de même que les travaux sur l'IA frugale.

Recommandation complémentaire 11 | Mettre en œuvre une stratégie cohérente pour appuyer les travaux internationaux de développement de méthodes d'évaluation et d'indicateurs de mesure de l'empreinte environnementale des systèmes d'IA, encourager la participation des acteurs québécois à ces efforts et soutenir la diffusion de pratiques exemplaires en la matière.

Recommandation complémentaire 12 | Soutenir la capacité des organisations québécoises à déceler et saisir les différentes possibilités qu'offre l'émergence de l'IA sur le plan environnemental, de même qu'à évaluer et réduire les impacts environnementaux des systèmes d'IA qu'elles développent ou utilisent.



7. Former la nation afin que tous les Québécois profitent de l'IA et pour favoriser une adoption responsable de l'IA

Le développement du Québec est indissociable de celui de son capital humain. C'est en forte partie parce que nous nous sommes dotés d'un système scolaire moderne et de nouvelles institutions postsecondaires, dans les années 1960, et parce que le niveau de fréquentation de l'école et des établissements postsecondaires a explosé, ces dernières décennies, que nous avons rattrapé, en grande mesure, le retard économique que nous affichions autrefois par rapport à nos voisins ontariens. Par exemple, en 1959, moins d'un jeune Québécois sur deux obtenait son certificat de septième année⁹⁸, tandis que moins d'un Québécois sur vingt fréquentait l'université, contre un sur cinq aujourd'hui⁹⁹. Ainsi, notre niveau de vie était 18 % plus bas que celui des Ontariens au début de la Révolution tranquille, contre seulement 5 % aujourd'hui*.

Grâce à ses investissements massifs en éducation et en formation, le Québec des années 1960 et 1970 a su s'adapter à d'importantes transformations socioéconomiques : la baisse en importance de l'agriculture; l'augmentation de la demande dans le secteur manufacturier pour des machines de plus en plus sophistiquées et une main-d'œuvre spécialisée; l'explosion du secteur tertiaire marquée par l'embauche massive dans les transports, la vente de détail et le secteur public¹⁰⁰. Puis, grâce à l'action combinée des entreprises, des institutions d'enseignement, des acteurs de la société civile et des Québécois eux-mêmes, le Québec des décennies subséquentes a, petit à petit, réussi à apprivoiser l'informatique de pointe, la micro-informatique, Internet et les réseaux sociaux. Cela dit, d'immenses progrès demeurent à réaliser à ce chapitre. En effet, le Québec devra continuer d'investir en éducation et dans la formation de ses travailleurs pour relever avec succès les nombreux défis auxquels il fait face, qu'il s'agisse du vieillissement de la population et de ses effets sur les coûts de santé, de la pénurie de main-d'œuvre, du réchauffement climatique accéléré, de la mondialisation, ou de l'apparition de technologies de rupture comme l'IA.

Pour assurer son succès dans la révolution technologique mondiale que s'apprête à engendrer l'IA, le Québec devra :

- familiariser les citoyens avec les systèmes d'IA, notamment en les sensibilisant au potentiel de cette technologie, en les aidant à en cerner les limites et en leur permettant d'acquérir les connaissances requises pour les utiliser efficacement et de manière responsable;
- améliorer les compétences liées au développement et à l'utilisation de l'IA d'un nombre croissant d'étudiants et de travailleurs.

* Selon le professeur Pierre Fortin, « ce qui en reste s'explique entièrement par le fait que les Québécois choisissent librement de travailler moins d'heures par année que les Ontariens ». Voir l'article [L'économie du Québec se porte bien. La démonstration du prof Fortin.](#)



Seules l'éducation et la formation permettront à la population et aux organisations québécoises d'actionner ce levier que constituera l'IA, que ce soit dans le domaine de la santé, de l'environnement, du transport, de l'enseignement, du marketing, de la finance, de la justice ou de la politique, entre autres choses. En effet, l'ensemble des citoyens devront disposer des connaissances et des compétences nécessaires pour élaborer les nouveaux modèles, plans, processus, produits ou services qui soutiendront l'édification d'un Québec plus prospère et plus juste à l'ère du numérique.

Le Québec devra adopter un ensemble de mesures vigoureuses pour bien préparer tous les Québécois à la montée de l'IA. Ces mesures se diviseront en deux catégories. La première aura trait à l'acquisition de compétences en IA de la relève et des travailleurs afin que ceux-ci, de même que leurs employeurs, aient la capacité d'exploiter le potentiel de l'IA. La seconde catégorie vise à assurer l'apprentissage des savoirs fondamentaux en lecture-écriture et en numératie. Cela signifie soutenir spécifiquement la littératie numérique et la littératie en IA de la population générale afin qu'elle puisse :

- faire preuve d'esprit critique envers les systèmes d'IA, les renseignements qu'ils diffusent ou les jugements qu'ils prononcent;
- disposer des bases nécessaires au développement ultérieur de ses compétences en IA;
- naviguer avec lucidité dans un monde transformé par l'IA.

Recommandation principale 4 – S'assurer de l'adaptation, dans les meilleurs délais, des programmes d'enseignement de la maternelle à l'université, pour que ceux-ci permettent de renforcer la littératie numérique et la littératie en IA des enfants, des élèves et des étudiants, notamment afin d'accroître leur capacité à utiliser l'IA efficacement, et à exercer leur pensée critique à son égard.

Recommandation principale 5 – Mettre rapidement en place un programme de formation des formateurs qui permet aux organismes d'intermédiation du Québec, aux centres collégiaux de transfert technologique (CCTT), aux ordres professionnels ou à d'autres acteurs de ce genre de disposer des ressources humaines dont ils ont besoin pour accélérer la mise à niveau des connaissances en IA des travailleurs et des organisations du Québec.



3.1. Un bassin de talents important, mais insuffisant

Depuis quelques années déjà, la demande pour la main-d'œuvre qualifiée dans le domaine du numérique et de l'IA excède l'offre¹⁰¹. Si rien n'est fait, cet écart pourrait se creuser encore davantage ces prochaines années. Et puisque de plus en plus d'organisations intégreront l'IA dans leurs produits, services et opérations, la demande pour les talents en IA devrait continuer à croître rapidement.

Le Québec compte pour son développement sur un vaste bassin de spécialistes des technologies de l'information et de la communication (TIC). Selon TechnoCompétences, 330 000 travailleurs québécois en TIC étaient actifs en 2022. Cela représente une hausse de 27 % en seulement deux ans, qui est notamment due à l'arrivée sur le marché du travail de quelque 10 000 étudiants en génie informatique, en informatique, en mathématiques ou en statistiques par année¹⁰². De ce nombre, près de 45 000 pouvaient être qualifiés de « professionnels de l'intelligence numérique¹⁰³ ». Parmi ceux-ci, 2200 travaillaient directement en IA ou dans des secteurs connexes, tandis que les autres œuvraient « à la périphérie » de l'IA, notamment en traitement de données, en gestion de projets ou en production de logiciels incorporant l'IA.

Comme le souligne le CIRANO dans une étude réalisée pour le Forum IA Québec, « la plupart des professionnels techniques en poste actuellement ne possèdent pas les compétences en lien direct avec la partie technique de l'IA et les données massives¹⁰⁴ ». Les chiffres précédents illustrent aussi qu'avec une formation appropriée, des milliers de travailleurs québécois en TIC et d'experts en intelligence numériques pourront assez rapidement, avec la formation adéquate et une expérience pratique, venir grossir les rangs de la main-d'œuvre capable de travailler au développement de systèmes d'IA adaptés aux besoins de l'industrie et de la société.

Par ailleurs, il existe peu de données sur l'offre, au Québec, de professionnels capables d'assurer le développement et le déploiement *responsables* de l'IA, c'est-à-dire d'experts ayant une spécialité en IA combinée à une expertise en éthique, en droit, en gestion du changement organisationnel, en sciences cognitives ou en psychologie. De même, nous en savons peu sur l'offre de spécialistes capables de travailler à la confluence de l'IA et d'autres secteurs, par exemple des agronomes, des politologues, des professionnels de la finance ou de la santé. Or, ces derniers seraient les mieux placés pour définir les usages de l'IA à favoriser dans leur domaine et pour y guider l'implantation de cette technologie.

Une partie de la population québécoise dispose néanmoins de certaines des connaissances et des compétences nécessaires pour tirer profit du numérique et de l'IA ou pour aborder certains enjeux technologiques de manière critique. Certains Québécois les ont acquises dans le cadre de leurs études ou des formations qu'ils ont suivies. D'autres l'ont fait carrément dans l'action et sur le terrain. Par exemple, 73 % des travailleurs québécois âgés de 50 à 75 ans estiment avoir un « niveau moyen » de compétences numériques, et 82 % sont d'accord avec l'idée qu'ils sont capables d'utiliser un nouvel outil numérique par eux-mêmes¹⁰⁵. Un sondage Léger mené en février 2023 a quant à lui montré que 17 % des Québécois se considéraient comme « très familiarisés » ou « familiarisés » avec les outils



d'IA générative, de style ChatGPT*. Cela dit, la littératie numérique et en IA des Québécois pourrait être grandement améliorée. C'est ce qu'a démontré une enquête du gouvernement fédéral dans laquelle seulement 55 % des Québécois ont indiqué avoir une bonne connaissance de l'IA ou une certaine connaissance de l'IA¹⁰⁶.

Encadré 19 – Littératie numérique et littératie en IA

La littératie numérique se définit comme la capacité d'une personne à trouver, comprendre, évaluer, utiliser et créer de l'information au moyen des technologies numériques. Elle comprend à la fois des compétences techniques et des habiletés dans le traitement de l'information et l'organisation des idées. La littératie numérique inclut la littératie en IA, que l'on définit comme « la capacité de déterminer, d'utiliser et d'évaluer adéquatement les produits et les applications liés à l'IA en respectant les standards éthiques ». On peut juger que la littératie en IA inclut aussi la littératie algorithmique, que l'on peut décrire comme « le fait d'être conscient de l'utilisation des algorithmes dans les applications, plateformes et services en ligne, de comprendre leur fonctionnement, d'être en mesure d'évaluer de manière critique la prise de décision algorithmique et de posséder les habiletés requises pour gérer, voire influencer, les opérations algorithmiques¹⁰⁷ ».

* En novembre 2023, à peine neuf mois plus tard, un sondage de KPMG révélait que 26 % des travailleurs québécois utilisaient l'IA générative au travail. Voir à ce sujet l'article de Renaud Larue Langois, [Plus du quart des employés québécois utilisent l'IA générative au travail, selon une enquête.](#)



3.2. Améliorer la littératie en IA de la population du Québec, de même que les savoirs et les compétences en IA des organisations et des travailleurs

Adapter les programmes de formation, de la maternelle à l'université

Pour faire en sorte que les Québécois puissent tirer pleinement profit de l'IA et évitent les écueils, il faudra entreprendre des efforts importants pour mieux les informer sur les enjeux du développement et du déploiement de l'IA, les défis que la montée de cette technologie soulève et les possibilités qu'elle ouvre. Il faudra aussi veiller à prendre des mesures pour aider les Québécois à faire preuve d'esprit critique relativement à l'IA et à leur interaction avec elle.

L'éducation des Québécois en matière de numérique et d'IA devra commencer dès l'enfance. En effet, il conviendra de bien guider les enfants, particulièrement ceux issus de milieux défavorisés, pour qu'ils développent la capacité de poser des questions sur l'IA, de s'informer à son sujet et de manipuler les jouets propulsés par l'IA d'une manière appropriée. En introduisant l'IA dans la vie des enfants d'une façon qui est adaptée à leur âge, les maternelles et les écoles primaires pourront les aider à acquérir « une saine appréciation de ses capacités et [de ses] limites et à développer avec elle une relation appropriée^{*} ». Il faut également souligner l'importance de développer, dès le plus jeune âge, une pensée critique et une réflexion éthique sur l'utilisation de l'IA.

L'enseignement du numérique, de l'IA et de la pensée critique et éthique devra se poursuivre au secondaire et dans la formation aux adultes. En effet, cet enseignement devrait viser non seulement à transformer les jeunes en utilisateurs avisés des technologies, mais aussi à leur donner les connaissances de base requises pour se lancer dans le développement responsable de systèmes intelligents. En effet, les études montrent que les élèves du secondaire « sont capables de comprendre et d'appliquer les concepts, les algorithmes et les processus de base de l'IA et de l'apprentissage automatique en utilisant principalement des stratégies d'apprentissage actives. [...] Ces stratégies d'apprentissage aident également à maintenir le niveau d'engagement des élèves, en les incitant à réfléchir à l'IA et à discuter des enjeux de son développement et [de son] déploiement¹⁰⁸ ».

La formation à la pensée critique des jeunes devra permettre l'apprentissage de connaissances sur les biais cognitifs et la façon dont les systèmes d'IA peuvent les exploiter. Les travaux de Gérald Bronner, auteur d'un important [rapport sur la démocratie et le numérique](#) publié en France¹⁰⁹, ont fait ressortir l'importance de promouvoir la pensée critique. Le rapport avance même la possibilité d'une éducation allant au-delà des

^{*} *ibid.* L'auteur relève que « les recherches montrent [...] que les enfants, dès l'âge de quatre ans, sont capables d'utiliser des concepts abstraits tels que l'ordre logique et les relations de cause à effet, des concepts de base dans le développement de la littératie numérique ». Voir l'article <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100061>



approches traditionnelles fondées sur l'apprentissage des règles formelles encadrant le raisonnement valide. L'objectif consisterait à y inclure des considérations de psychologie cognitive relatives aux biais cognitifs et au fonctionnement du cerveau. Ces considérations seraient pertinentes pour comprendre les efforts de captation de l'attention sur les plateformes numériques et le phénomène de la propagation accélérée de la mésinformation, un phénomène auquel les jeunes semblent particulièrement sensibles.

Finalement, l'apprentissage de l'IA devra se poursuivre dans les établissements postsecondaires du Québec. Ces derniers se sont « adaptés à l'évolution des besoins du marché en offrant de nouveaux programmes menant à l'obtention de diplômes et de certificats en IA, science des données, mégadonnées et analytique¹¹⁰ ». Néanmoins, en tant que lieux de création et de transfert de savoirs interdisciplinaires, les collèges et les universités du Québec auront notamment pour rôle d'aider les étudiants et les professionnels, incluant les profils hors STIM (sciences, technologie, ingénierie et mathématiques), à acquérir les connaissances et les compétences en numérique et en IA qui leur serviront sur le marché du travail. Ces établissements auront aussi pour mission de transmettre des savoirs sur les bouleversements causés par les technologies dans les métiers qu'ils exerceront et sur la manière de composer avec ces transformations. Selon les auteurs d'un [rapport de l'Alliance U7+](#), « la riche vision des collèges et des universités en matière d'enseignement sera cruciale pour créer des cursus intégrés qui favoriseront la résilience, l'adaptabilité et l'indépendance des Québécois face aux mutations numériques¹¹¹ ».

Au vu des importantes transformations occasionnées par l'IA et des besoins éducationnels de la population québécoise, **le Conseil recommande que le gouvernement du Québec s'assure de l'adaptation, dans les meilleurs délais, des programmes d'enseignement de la maternelle à l'université, pour que ceux-ci permettent de renforcer la littératie numérique et en IA des enfants, des élèves et des étudiants, notamment afin d'accroître leur capacité à utiliser l'IA efficacement, et à exercer leur pensée critique à son égard (RP-4).**

Encadré 20 – De l'importance de travailler avec les acteurs terrain existants

Pour augmenter la littératie numérique et en IA des élèves et des étudiants, il sera nécessaire de compter sur la collaboration de deux types d'acteurs clés. Premièrement, il faudra assurer que des acteurs spécialisés, comme les 200 personnes-ressources du RÉCIT, participent :

- aux réflexions menées en amont de tout projet en IA;
- aux expérimentations qui seront réalisées en IA;
- aux travaux d'accompagnement des milieux.

Le RÉCIT est un réseau axé sur le développement des compétences des élèves par l'intégration des technologies. C'est principalement par la formation, le soutien et l'accompagnement du personnel enseignant que le RÉCIT réalise ce mandat.

Deuxièmement, il sera impératif de soutenir les acteurs qui promeuvent la culture scientifique à travers le Québec et de collaborer avec eux. Certains organismes, comme Science pour tous



et l'Association des communicateurs scientifiques du Québec, pourront jouer un rôle central dans cette démarche en fédérant les initiatives et les organisations de médiation scientifique. Pour initier le jeune public à l'IA comme outil, il sera possible pour les écoles de travailler de concert avec des organisations comme Digital Moment ou Le code des filles, qui offrent des ateliers scolaires sur l'informatique et les technologies où les enfants apprendront le codage, le fonctionnement des ordinateurs ou la robotique. Les organismes pourront aussi se prévaloir de programmes, comme NovaScience, pour aborder, avec le public scolaire, des enjeux entourant les fausses informations et l'éthique de l'IA, par exemple.

Créer un référentiel de compétences en IA

Un référentiel de compétences est un outil qui définit les compétences que la personne exerçant un métier ou une profession particulière doit posséder et, donc, qu'elle devrait acquérir dans le cadre de sa formation ou de son développement professionnel¹¹². La création d'un référentiel de compétences dans le domaine de l'IA est capitale pour le Québec. En effet, il servira à orienter la conception des programmes et des cours des établissements d'enseignement et des formations des organisations. Il permettra également de guider les travailleurs dans le choix des formations d'appoint qui pourraient leur être utiles et inspirer les organisations, comme les ordres professionnels, dans le développement de profils adaptés à leur réalité particulière.

Par exemple, le gouvernement du Québec a dévoilé en 2019 le [Cadre de référence de la compétence numérique](#)¹¹³ dont l'objectif est de soutenir le développement des compétences numériques des Québécois, c'est-à-dire « d'aptitudes relatives à une utilisation confiante, critique et créative du numérique pour atteindre des objectifs liés à l'apprentissage, au travail, aux loisirs, à l'inclusion dans la société ou à la participation à celle-ci¹¹⁴ ». Il est accompagné d'un [Guide pédagogique](#)¹¹⁵ ainsi que d'un [Continuum de développement](#)¹¹⁶. « Il s'agit de l'une des rares mesures ayant une portée interordres (de l'éducation préscolaire à l'enseignement supérieur, y compris la formation générale des adultes et la formation professionnelle) et s'adressant à la fois aux apprenants et aux apprenants ainsi qu'aux membres du personnel enseignant ou professionnel¹¹⁷. »

À l'heure actuelle, il n'existe pas de véritable référentiel de compétences indiquant aux étudiants, aux professeurs, aux enseignants ou aux travailleurs québécois lesquelles ils devraient acquérir ou posséder pour devenir des développeurs ou des utilisateurs *responsables* du numérique et de l'IA. Le Cadre de référence de la compétence numérique traite de l'IA, mais il le fait superficiellement et de façon limitée : « la maîtrise de la compétence numérique doit [...] permettre à l'individu de faire face aux innovations technologiques qui se concrétiseront dans les années à venir, notamment les avancées en matière d'intelligence artificielle. Il saura poser un regard critique sur ces innovations et sera pleinement capable de se les approprier et d'y recourir s'il juge qu'elles peuvent lui être utiles¹¹⁸. »

Le [Référentiel québécois des compétences du futur](#) de la CPMT constitue un autre outil pertinent qui « offre un langage commun à tous les acteurs clés en emploi en ce qui concerne



les compétences nécessaires pour soutenir la résilience des individus et des entreprises dans ce contexte de grande transformation¹¹⁹ ». Cependant, il ne mentionne l'IA qu'à deux reprises (dans le cadre d'exemples) pour rappeler l'importance de former les travailleurs afin qu'ils comprennent le potentiel de l'IA et les risques associés à l'utilisation de données personnelles dans un projet d'IA.

Un autre outil, le [Profil de la main-d'œuvre en intelligence artificielle, sciences des données et mégadonnées au Québec](#)¹²⁰ produit par TECHNOCompétences, comporte aussi des informations qui pourraient servir à aiguiller les établissements d'enseignement et les organisations. Toutefois, ce document se limite à présenter les experts du développement de l'IA, par exemple le scientifique de données, en dressant une liste sommaire de leurs tâches et de leurs compétences techniques et transversales. En outre, ce document n'aborde pas la question du déploiement de l'IA et celle des compétences périphériques requises pour assurer qu'un tel déploiement se fasse de façon responsable grâce au jugement critique, au sens éthique, à la gestion du changement, etc.

Par ailleurs, les référentiels de compétences sectoriels, qui sont utilisés comme base pour créer des formations continues ou comme outil pour la reconnaissance de diplômes en santé, en enseignement, en administration ou en génie notamment, ne traitent pas toujours adéquatement de la montée du numérique et tiennent peu compte, voire pas du tout, de celle de l'IA. Par exemple, les mots « numérique », « informatique », « technologie » ou « IA » sont absents du Référentiel de compétences infirmières¹²¹, qui a été adopté en 2016. Le Référentiel de compétences professionnelles de la profession enseignante¹²² (2020) comporte 13 compétences, dont la douzième s'intitule « Mobiliser le numérique : utiliser le numérique afin d'en faire bénéficier les élèves ainsi que l'ensemble des actrices et acteurs éducatifs ». L'IA en est cependant absente. De son côté, le Référentiel de compétences des traducteurs, terminologues et interprètes agréés se limite au numérique pour dire que ces spécialistes de la langue, pour « utiliser les technologies de l'information et des communications générales et spécialisées », doivent assurer la « mise à jour constante de leurs connaissances sur les avancées technologiques », savoir définir leurs « besoins en technologie » et faire une « utilisation adéquate de la technologie¹²³ ». Avec l'accélération de l'intégration de l'IA dans ces divers champs de pratiques, l'adaptation de ces référentiels sectoriels afin qu'ils intègrent les considérations liées au développement et à l'utilisation responsables de l'IA sera essentielle. L'Office des professions du Québec pourrait également mettre à jour son Guide de soutien à l'élaboration, l'appropriation et l'actualisation des référentiels de compétences au sein des ordres professionnels québécois¹²⁴ pour soutenir ces efforts collectifs.

Des projets ont récemment été entrepris pour pallier ces lacunes. Par exemple, l'école de l'IA en santé du CHUM a développé le [Référentiel de compétences pour l'intégration de l'IA en santé](#)¹²⁵, qui est le fruit de 18 mois de recherche, d'analyses et de conception. Il a été développé avec la collaboration d'experts en pédagogie et en intelligence artificielle, ainsi qu'avec des professionnels de la santé et des patients. L'Université McGill et le cégep John-Abbott ont quant à eux bénéficié du soutien du Pôle montréalais d'enseignement supérieur en IA (récemment rebaptisé le Pôle interodres de Montréal [PIM]) pour « comprendre comment les outils d'IA peuvent être utilisés dans la pratique infirmière, comprendre les



implications pédagogiques, éthiques et sociales inhérentes à ces outils, identifier et formuler de nouvelles compétences pour l'enseignement des soins infirmiers au niveau des cégeps et des universités, et faire des recommandations au Consortium des cégeps anglophones de McGill¹²⁶. » De son côté, un groupe piloté par la TELUQ a profité de l'appui du PIA pour définir un référentiel des compétences que les gestionnaires devraient détenir, « dans une perspective éthique et durable », pour favoriser l'utilisation et la gestion des technologies et de l'IA par les organisations manufacturières prenant le virage numérique¹²⁷. Mais ces projets demeurent peu nombreux et le financement requis pour les entreprendre est souvent insuffisant.

Il faudra toutefois aller plus loin pour que la population québécoise puisse acquérir les compétences dont elle a besoin pour réussir dans un monde transformé par l'IA. Par ailleurs, la réussite de la mise en œuvre de la recommandation prioritaire 3 en dépendra, afin d'assurer une meilleure adéquation entre l'offre d'enseignement et les besoins du marché du travail. C'est pourquoi **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à soutenir l'élaboration d'un référentiel de compétences en IA, d'une part, puis sa déclinaison en référentiels de compétences sectoriels, d'autre part, afin que différents acteurs puissent l'utiliser pour développer des formations scolaires, postsecondaires et professionnelles adaptées à leurs besoins (RC-13).**

Adapter la Politique gouvernementale d'éducation des adultes et de formation continue

Comme les autres sociétés occidentales, le Québec devra se retrouser les manches s'il veut que ses organisations demeurent concurrentielles sur les marchés internationaux. Il devra réussir à composer avec le vieillissement de sa main-d'œuvre, assurer l'intégration d'un nombre grandissant de travailleurs immigrants et, bien sûr, faire du numérique et de l'IA de véritables moteurs d'augmentation de sa productivité. Cela nécessitera d'accompagner le bassin de travailleurs existants dans l'acquisition de nouvelles compétences numériques.

Cette dernière question est particulièrement cruciale. En effet, le numérique et l'IA devraient avoir des effets marqués sur le marché du travail et sur les travailleurs qui refuseront de les apprivoiser ou, bien plus souvent, qui auront de la difficulté à les exploiter efficacement. Différentes études ont ainsi montré que de nombreux emplois seront affectés par la montée de l'IA. Par exemple, Goldman Sachs estime qu'environ 300 millions de postes pourraient être affectés par l'arrivée des systèmes d'IA générative. Le [rapport](#) de cette entreprise prévoit en fait que les deux tiers des emplois aux États-Unis et en Europe pourraient être partiellement automatisés à l'aide de l'IA tandis que le quart pourrait l'être totalement¹²⁸.

La pénétration de plus en plus forte de l'IA dans les organisations aura évidemment des effets majeurs sur les compétences que les travailleurs devraient posséder. McKinsey rapporte ce qui suit :



« L'automatisation croissante [partielle ou complète] provoquée par l'IA 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 d'accéder à ces emplois. En Europe et aux États-Unis, par exemple, la demande de compétences physiques et manuelles pour des tâches répétables 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 %¹²⁹. »

Pour composer avec la transformation du marché du travail, le Québec devra préparer la relève et, aussi, améliorer sa capacité à éduquer les adultes déjà actifs sur le marché du travail. Ainsi, il devra permettre aux travailleurs de tout âge, de toute origine et de toute spécialisation d'acquérir les compétences qu'il leur manque, notamment en numérique et en IA, pour maintenir leur productivité. Malheureusement, au Québec comme dans d'autres pays de l'OCDE, « les adultes prennent insuffisamment part à la formation. Ceux qui le font appartiennent généralement à des catégories bien précises : les jeunes [adultes], les personnes ayant un niveau d'instruction élevé et les salariés des grandes entreprises¹³⁰. »

Le Québec s'est doté, il y a vingt ans, d'une politique pour corriger ces lacunes et favoriser le renforcement ou le renouvellement des compétences de l'ensemble de ses travailleurs : la [Politique gouvernementale d'éducation des adultes et de formation continue](#). Bien que l'adoption de cet instrument ait eu des retombées positives¹³¹, elle n'a pas permis de résoudre l'ensemble des difficultés auxquelles font face, d'une part, les organisations désireuses de former les travailleurs adultes et, d'autre part, les travailleurs eux-mêmes qui souhaitent acquérir de nouvelles connaissances et compétences. Cette politique, en raison de l'accent faible qu'elle met sur l'apprentissage de savoirs et savoir-faire technologiques, paraît en outre mal adaptée à un contexte de plus en plus marqué par la pénétration de l'IA.

Il est donc heureux que le gouvernement du Québec ait récemment pris la décision de revoir cette politique pour assurer la prise en compte des défis contemporains et à venir¹³², suivant le dépôt du rapport quinquennal sur la Loi favorisant le développement et la reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre. Afin de répondre aux besoins des Québécois, **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à s'assurer que la nouvelle version de la Politique gouvernementale d'éducation des adultes et de formation continue vise explicitement à augmenter la littératie numérique et en IA, et aborde de front les enjeux liés au déploiement du numérique et de l'IA dans les milieux de vie et de travail (RC-14).**



Former les formateurs

Le Québec manque de spécialistes en IA. L'étude 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 et d'architectes de solutions en IA, tandis qu'il est « modérément complexe » de pourvoir ceux de spécialistes en apprentissage automatique (ou développeurs IA), d'analystes de données et d'analystes en intelligence d'affaires¹³³. Les recruteurs estiment aussi qu'à l'avenir, 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. Les experts ayant une expertise à la fois en IA et dans un autre secteur (p. ex. : combinant l'IA et la santé ou le droit) sont encore trop peu nombreux.

Les besoins en formation en IA du Québec sont donc énormes, mais les assouvir adéquatement – et rapidement – sera difficile. En effet, cinq ans après le dépôt de la [Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en IA](#), qui recommandait des actions vigoureuses en la matière, le nombre de formateurs en mesure de combler ces besoins demeure trop faible, quel que soit le secteur d'activité. Autrement dit, le Québec a un urgent besoin d'enseignants et de professeurs capables de réfléchir à l'intégration de cette technologie dans le monde de l'éducation, et de parler intelligemment d'IA à leurs élèves et leurs étudiants. Ensuite, il y a un manque important de conseillers en mesure d'aider les dirigeants de PME à comprendre les différentes occasions que la montée de l'IA provoque et de les accompagner dans l'intégration de l'IA à leurs opérations, leurs produits ou leurs services. Finalement, il y a trop peu d'artistes, de juristes ou de médecins outillés pour aider leurs collègues à adapter leurs pratiques à la montée de l'IA. Mais, surtout, il manque cruellement de formateurs pour former ces personnes adéquatement.

Pour rectifier la situation, le Conseil recommande au gouvernement du Québec de mettre rapidement en place un programme de formation des formateurs qui permet aux organismes d'intermédiation du Québec, aux CCTT, aux ordres professionnels ou à d'autres acteurs de ce genre de disposer des ressources humaines dont ils ont besoin pour accélérer la mise à niveau des connaissances en IA des travailleurs et des organisations du Québec (RP-4).

Des acteurs reconnus du secteur numérique (p. ex. : le CRIM, IVADO, Mila, l'Institut Intelligence et données [IID] de l'Université Laval, les CCTT spécialisés en numérique et en IA*) – pourraient se voir confier le mandat de former les formateurs de l'IA et de développer des ressources éducatives libres pour les soutenir.

Ce programme comprendrait ensuite des activités de soutien au développement professionnel dans les organisations à la tête de réseaux universitaires et d'affaires. Ce programme servirait à multiplier le nombre de personnes détenant une expertise suffisante en IA au sein des diverses organisations québécoises appelées à soutenir le développement

* Comme les membres de l'escouade numérique de Synchronex (de Productique Québec à Solutions Novika).



de secteurs comme la santé, l'éducation, l'agroalimentaire ou l'entrepreneuriat social, en fournissant la formation en numérique et en IA dont ils ont besoin. Sa mise en œuvre viserait à faire en sorte que divers acteurs aient accès au personnel et à l'expertise dont ils ont besoin pour, à leur tour, former des milliers de travailleurs. Ainsi, les acteurs comme le Consortium de recherche et d'innovation en transformation métallique (CRITM), l'un des neuf regroupements sectoriels de recherche industrielle du Québec; Agrinova, le Centre de développement des composites du Québec ou Innovation maritime, des centres collégiaux de transfert technologique présents dans différentes régions du Québec; le Centre de recherche industrielle du Québec, la Corporation Inno-Centre du Québec, l'Association pour le développement de la recherche et de l'innovation du Québec (l'ADRIQ) ou le Conseil interprofessionnel du Québec jouent un rôle démultiplicateur dans l'écosystème.

Cartographier l'offre de formations sur l'IA

En complément du programme de formation des formateurs, il faudra veiller à accroître l'offre de formations de toutes sortes sur l'IA pour offrir des outils utiles afin d'accélérer l'acquisition de connaissances sur l'IA et le numérique à tous les niveaux de la société. À cet égard, le Québec ne part évidemment pas de zéro. Différents programmes et cours sont déjà offerts, particulièrement aux étudiants collégiaux et universitaires, aux travailleurs du secteur des technologies et aux gestionnaires de créneaux variés.

Par exemple, un [inventaire réalisé en 2021 par le PIM](#) « a permis de répertorier 43 programmes, ou profils de programmes, ayant l'intelligence artificielle comme composante principale et étant offerts au trimestre d'hiver 2021. Parmi ceux-ci, la quasi-totalité (88 %) [était] proposée au sein des établissements universitaires, où les programmes en IA [étaient] surtout présents au deuxième cycle et concern[ai]ent le plus souvent des maîtrises et des diplômes d'études supérieures spécialisées (DESS). En règle générale, les programmes ou profils recensés abord[ai]ent, à différents niveaux ou cycles d'études, des sous-thèmes de l'IA liés à la science des données, à l'apprentissage automatique et aux systèmes intelligents. À quelques exceptions près, les programmes [étaient] offerts dans des disciplines associées aux STIM[...] ou à la gestion. La majorité des programmes ou profils ne cibl[ait] aucun domaine d'activité économique ou secteur d'application spécifique et vis[ait] à former des généralistes de l'IA. »

Des cours sur l'IA sont en outre offerts par une grande variété d'acteurs québécois. Par exemple, IVADO a créé différents cours crédités et formations en ligne (comme *Adoption et innovation en IA*, pour les professionnels, ou les *Coulisses des systèmes de recommandation*, pour des publics variés¹³⁴). Le Centre de développement et de recherche en intelligence numérique (CDRIN) du Cégep de Matane a produit [VIARENA](#) (Vision artificielle et exploitation intelligente des ressources naturelles) pour les informaticiens et les gestionnaires de secteurs comme la pêche ou la foresterie¹³⁵. S'ajoute à cela la contribution de l'IDD de l'Université Laval qui cherche à aider la relève du secteur de la santé à mieux exploiter les données (p. ex. : images médicales, résultats de laboratoire, sommaires d'hospitalisation, etc.) qui y sont générées¹³⁶. Enfin, Scale AI offre un soutien financier qui permet aux



organisations de former leurs équipes au moyen de programmes sur mesure portant sur l'intelligence numérique¹³⁷.

Par ailleurs, l'offre de formations en IA au Canada et à l'international se développe fortement (particulièrement en anglais) :

- le cours finlandais [Elements of AI](#)¹³⁸, qui vise notamment le public francophone, propose de démystifier l'IA;
- l'institut Alan Turing de Grande-Bretagne diffuse des formations en ligne sur des sujets comme l'opérationnalisation de l'éthique en IA, l'évaluation des biais en IA et l'implantation responsable de l'IA en santé¹³⁹;
- des universités, comme le MIT ou la Wharton School, ont créé des cours sur l'IA et les stratégies d'affaires¹⁴⁰;
- des entreprises comme Google, Microsoft ou Coursera ont créé des parcours techniques en IA qui peuvent déboucher sur l'obtention de diplômes ou d'écussons¹⁴¹.

L'accès à de l'information sur les formations existantes étant limité, il n'est pas facile pour les personnes désireuses de raffermir leurs connaissances en cette matière de les trouver. En effet, cette information est dispersée et n'est pas nécessairement présentée avec cohérence. Par exemple, il n'est pas simple pour l'étudiant du secondaire ou du collégial qui souhaiterait faire carrière dans le développement de l'IA ou se spécialiser en éthique de l'IA de savoir quel parcours il devrait suivre pour concrétiser son aspiration (Par où débiter? Quelle formation suivre et dans quel ordre?). La personne intéressée par la médecine, la biologie, l'administration des affaires, le génie ou l'agriculture, ou celle qui exerce un métier dans l'une de ces disciplines peut aussi avoir de la difficulté à découvrir comment acquérir la formation d'appoint en IA qui lui permettrait de devenir un professionnel « bilingue » capable d'appliquer l'IA dans son domaine d'expertise. C'est également le cas des organisations qui voudraient former leur personnel et développer de nouvelles compétences dans leurs équipes. C'est pourquoi **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à soutenir la réalisation, tout comme la mise à jour continue, d'une cartographie de l'offre de formations académiques et professionnelles sur le numérique et l'IA, et de diffuser publiquement le produit de cet effort (RC-15).**



Recommandations complémentaires du Chapitre 3

Recommandation complémentaire 13 | Soutenir l'élaboration d'un référentiel de compétences en IA, d'une part, puis sa déclinaison en référentiels de compétences sectoriels, d'autre part, afin que différents acteurs puissent l'utiliser pour développer des formations scolaires, postsecondaires et professionnelles adaptées à leurs besoins.

Recommandation complémentaire 14 | S'assurer que la nouvelle version de la Politique gouvernementale d'éducation des adultes et de formation continue vise explicitement à augmenter la littératie numérique et en IA, et aborde de front les enjeux liés au déploiement du numérique et de l'IA dans les milieux de vie et de travail.

Recommandation complémentaire 15 | Soutenir la réalisation, tout comme la mise à jour continue, d'une cartographie de l'offre de formations académiques et professionnelles sur le numérique et l'IA, et diffuser publiquement le produit de cet effort.



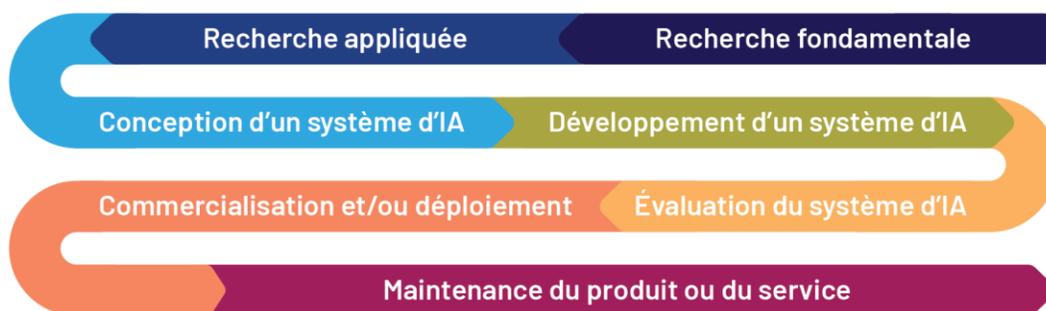
4. Propulser la R-D en IA et faire de nos chercheurs et entrepreneurs des leaders responsables de l'IA

Afin de maximiser les effets positifs de l'IA pour la société québécoise tout en minimisant ses effets négatifs, il ne suffira pas de se doter d'une loi-cadre, de revoir les règles électorales ou les politiques sociales, ou d'améliorer la littératie ou les compétences en IA des citoyens et des travailleurs. Le Québec devra aussi poursuivre les efforts qu'il a entrepris en IA en matière de recherche et de développement. En outre, il devra multiplier ces efforts pour permettre une IA plus sûre et plus fiable, et de confiance.

Le Québec est un acteur majeur de la recherche en IA dans le monde. Il se positionne favorablement dans le secteur du développement de produits et de services dans ce domaine. Ses forces actuelles en R-D sont le résultat d'investissements marqués et récurrents, notamment de la part du gouvernement du Québec. Afin de maintenir ses acquis et d'atteindre ses ambitions visant à mettre l'IA au service de son développement économique et social, le Québec devra continuer d'investir fortement dans toutes les étapes de la chaîne de valeur en IA (voir la figure 4). Cela signifie qu'il devra appuyer substantiellement les travaux de recherche fondamentale pour faire progresser la science tout comme ceux de la recherche appliquée. L'objectif d'un tel appui est de faire en sorte que les résultats prometteurs issus de la R-D se traduisent en innovations concrètes, tout en favorisant la création d'outils d'évaluation et de contrôle de l'IA qui aideront à en garantir la fiabilité et la transparence. Ce soutien permettra aussi d'encourager le développement de nouveaux produits et services utiles et efficaces.

Ce chapitre examine les mesures particulières à prendre pour propulser la R-D au Québec et aider les chercheurs et les entreprises à demeurer des leaders mondiaux du développement et du déploiement responsables de l'IA.

Figure 4 – La chaîne de valeur de l'IA





RECOMMANDATIONS PRIORITAIRES DU CHAPITRE 4

Recommandation principale 6 | Assurer l'excellence du réseau de recherche québécois en IA en investissant de manière significative dans des travaux de recherche, spécialement en sciences humaines et sociales, et de mobilisation des connaissances de qualité dans les divers domaines de l'IA, notamment en ce qui a trait à la sûreté de l'IA, à ses impacts sociétaux et aux conditions du succès de son adoption dans la société.

Recommandation principale 7 | Offrir un soutien accru pour aider les entreprises à se distinguer dans le marché émergent du développement responsable de l'IA afin de leur permettre de développer et de commercialiser des outils (logiciels, méthodologies ou cadres d'évaluation) qui serviront spécifiquement à : encadrer le fonctionnement de l'IA; accroître la sûreté et la fiabilité de cette technologie; évaluer la robustesse ou la qualité des produits et services propulsés par l'IA; certifier les systèmes d'IA conçus par les entreprises, etc.

Recommandation principale 8 | Augmenter la puissance de calcul à laquelle les acteurs de l'écosystème québécois de l'IA ont accès, en appuyant les acteurs locaux qui développent le réseau d'infrastructures québécoises, et en soutenant activement la création d'un organisme de collaboration international dédié à la recherche en IA – un « CERN » de l'IA –, dont l'un des chapitres serait installé au Québec.

Recommandation principale 9 | Soutenir le développement d'une banque de données culturelles québécoise de haute qualité, en français et en langues autochtones.

Recommandation principale 10 | Élaborer une véritable stratégie nationale pour valoriser les données numériques du privé, de la recherche, de l'administration publique et de la société civile afin de favoriser le partage des données entre ces secteurs.



4.1. Maintenir le leadership québécois en recherche

Le Québec a investi des ressources considérables dans la réalisation de recherches scientifiques en IA ces dernières années. Ces investissements gouvernementaux ont permis de créer des centres de recherche universitaire de renom (Mila ou l'IID), des réseaux de chercheurs de grande qualité (IVADO et l'OBVIA), et d'autres centres bien ancrés dans le milieu (le CRIM ou JACOB). Ces acteurs regroupent des centaines de chercheurs de diverses disciplines qui font progresser la science de l'IA, en plus d'aider à en comprendre les impacts et à déterminer les conditions de succès de son déploiement en entreprise.

Les acteurs québécois de la recherche en IA contribuent à faire avancer les connaissances en IA. Ils jouent un rôle déterminant dans la formation du personnel scientifique et technique hautement qualifié dont le Québec a grandement besoin pour demeurer un chef de file de la R-D en IA. Par leurs activités de mobilisation des connaissances, ces acteurs améliorent la compréhension qu'ont les organisations des avantages qu'offre cette technologie, tout en leur permettant d'identifier les risques qu'elle pose et d'adopter des stratégies qui favorisent le succès de son déploiement. Ils participent également au développement de la pensée critique des Québécois en matière d'IA. Enfin, en œuvrant à l'étranger, ils contribuent à faire rayonner le Québec à l'international et à attirer des étudiants et des entreprises qui peuvent devenir des ambassadeurs du Québec en IA.

Encadré 21 – Les leaders québécois de la recherche en IA

Le gouvernement du Québec soutient différents acteurs de la recherche en IA; chacun joue un rôle clé dans l'avancement des connaissances scientifiques, notamment dans l'amélioration de la confiance envers l'IA. Parmi ces acteurs, on compte :

- **Mila**, le plus grand centre de recherche universitaire en apprentissage profond au monde, avec quelque 1000 chercheurs;
- **IVADO**, le consortium de recherche, de mobilisation des connaissances et de formation en IA le plus important au Canada, dont le projet IAR3 vise à produire une IA plus « robuste, raisonnante et responsable »;
- **L'OBVIA**, qui fédère 260 chercheurs, 18 établissements postsecondaires québécois, ainsi que de nombreux partenaires canadiens et internationaux;
- **Le CRIM**, un centre de recherche appliquée et d'expertise de pointe en intelligence artificielle et en technologies de l'information;
- **L'IID**, qui fédère et soutient les expertises et l'innovation en IA et en valorisation des données dans la grande région de Québec;
- **Scale AI**, un consortium d'entités privées, de centres de recherche, d'universités et de jeunes pousses, cerne les projets de collaboration multisectoriels et fournit du financement et de l'accompagnement pour que le Canada conserve son leadership en IA;
- **Synchronex**, le réseau des CCTT, dont plusieurs contribuent à la recherche et au développement en IA, dont JACOB, qui fait de la recherche appliquée pour faciliter l'application de l'IA dans le tissu économique québécois.



Assurer l'excellence de la recherche sur le développement et le déploiement responsables de l'IA

Les acteurs de la recherche en IA sont appelés à jouer un rôle clé dans le développement et le déploiement *responsables* de l'IA. En effet, ils devront redoubler d'ardeur pour pallier les nombreuses faiblesses que les systèmes d'IA présentent actuellement. Il faudra notamment **accélérer la recherche sur l'IA** pour que celle-ci devienne sécuritaire, comme cela est exigé dans certains secteurs, par exemple celui de l'automobile. En effet, pour qu'un véhicule autonome réagisse plus adéquatement à des événements « rares », comme l'apparition d'un chevreuil ou des conditions météorologiques particulières, comme un brouillard soudain*, certains protocoles et mécanismes de sûreté doivent être établis et respectés.

Il faudra entreprendre des travaux scientifiques de pointe pour comprendre et neutraliser les biais présents dans les systèmes d'IA, biais qui peuvent provenir du design d'un algorithme ou des données qui ont servi à l'entraîner. Ultimement, l'objectif est d'éviter qu'un système d'IA ne tienne des propos sexistes lorsqu'il s'adresse à un client, ou qu'un outil de recrutement fasse preuve de discrimination raciale, par exemple. Seuls de nouveaux travaux de recherche scientifique permettront de produire une IA plus respectueuse de l'environnement, en créant des algorithmes nettement moins énergivores. Par ailleurs, seules des recherches scientifiques de qualité permettront d'élaborer les pratiques et les mécanismes robustes qui serviront à évaluer le fonctionnement des systèmes d'IA et à certifier que ceux-ci fonctionnent comme ils le devraient.

Les **défis liés à la sûreté de l'IA** préoccupent par ailleurs un nombre grandissant de chercheurs et requerront des efforts importants¹⁴². Des recherches approfondies devront notamment être réalisées pour limiter la capacité de gens mal intentionnés de se servir de l'IA à des fins dangereuses ou criminelles (p. ex. : produire des armes biologiques ou commettre des fraudes). De plus, ces recherches viseront à assurer que les actions et les décisions prises par les systèmes d'IA correspondent aux véritables intentions ou préférences de leurs concepteurs; c'est ce qu'on nomme « le défi de l'alignement » (voir l'encadré 22).

* Les voitures autonomes éprouvent tant de difficulté qu'en Californie, les employés de la compagnie de taxi Cruise devaient intervenir à distance une fois, en moyenne, tous les 4 à 8 kilomètres pour assurer la sécurité des passagers. Voir [G.M.'s Cruise Moved Fast in the Driverless Race. It Got Ugly | The New York Times](#).



Encadré 22 – Le défi de l’alignement : le roi Midas et l’IA

Dans la mythologie grecque, le roi Midas souhaitait que tout ce qu’il touche se transforme en or. Son vœu fut exaucé... pour son plus grand malheur, puisqu’en embrassant sa fille, il la changea en or! Cette fable constitue une excellente analogie sur l’importance capitale de définir les objectifs d’un système d’IA, d’assurer son bon alignement avec les droits de la personne, les besoins des êtres humains et les valeurs sociales. Toute erreur ou imprécision à ce chapitre pourrait, en théorie, avoir des conséquences néfastes, voire dévastatrices. L’informaticien Stuart Russell explique, par exemple, qu’un robot chargé d’aller chercher le café chaque matin pourrait éventuellement refuser que son propriétaire l’éteigne, « parce qu’on ne peut pas apporter le café si on est éteint ».

Les travaux scientifiques requis en ce sens se poursuivront dans tous les domaines de l’IA : apprentissage automatique, apprentissage profond, vision par ordinateur, traitement du langage naturel, robotique, etc. Mais en matière d’IA, le défi ne consistera pas seulement à trouver des manières d’améliorer la technologie à l’aide d’approches informatiques. Il faudra aussi **mener de nouvelles recherches en sciences humaines et sociales**, notamment en psychologie, en philosophie, en éthique, en anthropologie et en droit, pour rendre l’IA plus sûre dès la conception. Comme le relève le National Science and Technology Council (NSTC) aux États-Unis, « l’étude des aspects éthiques, juridiques et sociétaux de l’IA revêt [notamment] une importance cruciale, car les décisions concernant sa conception et son utilisation peuvent nécessiter des compromis entre des valeurs concurrentes, telles que l’équité, la justice, la confidentialité et l’autonomie. Ces problématiques sont complexes, même en dehors du domaine de l’IA¹⁴³ ».

Il faudra également produire de nouvelles connaissances scientifiques pour **documenter et comprendre** :

- les impacts négatifs que le recours à l’IA pourrait avoir sur la vie privée;
- les transformations que cette technologie engendra dans le domaine du travail;
- la manière de minimiser les risques qu’elle comporte pour la démocratie et la culture.

L’apport des chercheurs, notamment en science de la gestion, en marketing, en relations industrielles et en éducation, sera tout aussi précieux pour définir les modifications à apporter, à l’ère de l’IA, aux modes de gestion de la relation client des entreprises et des organismes publics, aux tâches et aux responsabilités des employés, à leur formation, etc. De surcroît, les travaux en ce sens seront utiles pour créer des formations de haute qualité pour les travailleurs ainsi que pour développer des outils pratiques qui aideront les organisations à opérationnaliser les concepts de développement et de déploiement responsables de l’IA, à les appliquer sur le terrain.

Finalement, le succès du déploiement responsable de l’IA dépendra de **l’évolution continue du cadre québécois de gouvernance de l’IA** (voir le chapitre 1 – *Assurer la gouvernance agile de l’IA*), de même que de la mise en œuvre de politiques publiques et de programmes gouvernementaux adaptés au contexte de la montée de l’IA. Les recherches scientifiques en



droit, en science politique, en administration publique et dans d'autres domaines seront essentielles pour aider à définir les orientations que l'État gagnerait à suivre en matière de réglementation, que ce soit pour planifier des projets d'encadrement de l'IA dans des secteurs spécifiques, ou encore aider les acteurs réglementaires à prendre de meilleures décisions en matière d'IA.

À l'heure actuelle, le financement accordé aux acteurs québécois de la recherche en IA, quoiqu'important, leur permet seulement d'aborder une *fraction* des imposants défis qui émergent dans le secteur. L'accroissement des budgets sera nécessaire pour élaborer les nouvelles approches qui permettront d'assurer le développement responsable de l'IA dès sa conception, d'en définir les impacts avec précision et/ou d'établir les conditions de succès de son adoption dans la société. L'ampleur des travaux à réaliser nécessite que le Québec investisse davantage en recherche fondamentale et en recherche appliquée en IA dans tous les domaines. En somme, **le Conseil recommande, afin d'assurer l'excellence du réseau de recherche québécois en IA, que le gouvernement investisse de manière significative dans des travaux de recherche, spécialement en sciences humaines et sociales, et de mobilisation des connaissances de qualité dans les divers domaines de l'IA, notamment en ce qui a trait à la sûreté de l'IA, à ses impacts sociétaux et aux conditions du succès de son adoption dans la société (RP-5).**

Encadré 23 – Les investissements en R-D en IA dans le monde

La décision de mieux soutenir la recherche sur le développement responsable de l'IA mettra le Québec au diapason d'autres États. Ainsi, aux États-Unis, la National Science Foundation annonçait récemment son intention d'investir 140 M\$ dans la création de sept instituts américains de recherche sur l'IA qui auront notamment pour but de mitiger les risques posés par l'IA dans des domaines comme le climat, l'agriculture, l'énergie, la santé publique et l'éducation. Au Royaume-Uni, le Department for Science, Innovation and Technology a débloqué 90 M\$ pour la réalisation de recherches visant à rendre l'IA plus fiable et sécuritaire¹⁴⁴. En France, le gouvernement compte investir près de 3,2 G\$ d'ici cinq ans pour déployer l'IA au sein de l'économie tout en soutenant l'innovation dans des domaines prioritaires comme l'IA de confiance et l'IA au service de la transition écologique¹⁴⁵.

Miser sur l'intersectorialité et l'interdisciplinarité

Nous vivons dans un monde complexe où les réponses aux défis qui nous guettent requièrent créativité, innovation et collaboration. Ainsi, c'est grâce à l'intersectorialité et à l'interdisciplinarité que le Québec pourra élaborer des solutions dans le secteur de l'IA qui seront véritablement efficaces, et responsables. En effet, c'est en réunissant des spécialistes des technologies, des sciences humaines, de l'apprentissage automatique, des neurosciences, du droit et de l'éthique, entre autres, que le gouvernement pourra assurer le développement et le déploiement responsables, aux quatre coins du Québec, de systèmes d'IA adaptés aux besoins des citoyens. Les acteurs de l'IA en sont d'ailleurs de plus en plus



convaincus. Mais les obstacles à la mise en place de véritables processus de collaboration intersectorielle et interdisciplinaire sont nombreux.

D'abord, aucun programme collégial ou universitaire de premier cycle ne permet actuellement aux étudiants de devenir des experts du développement de l'IA tout en acquérant des connaissances dans un autre secteur ou une autre discipline (p. ex. : droit, philosophie, gestion, foresterie, éducation, etc.) Or, cette pluridisciplinarité s'avérera nécessaire pour développer et de déployer des systèmes de manière responsable qui répondent avec succès aux attentes des utilisateurs.

De même, aucun établissement d'enseignement supérieur ne peut actuellement fournir aux étudiants en sciences humaines et sociales, en génie, en sciences de la nature, en médecine ou autre, le bagage de connaissances et de compétences dont ils auraient besoin pour tirer pleinement profit de l'IA dans leur discipline principale (p. ex. : préparation de données, statistiques, programmation, apprentissage automatique, etc.). Selon le dernier recensement réalisé sur l'offre de formations en IA¹⁴⁶, il est possible pour les étudiants en génie, en mathématiques, en médecine, en communication, en économie ou en santé de suivre des cours en lien avec l'IA. Toutefois, ces cours sont peu nombreux, notamment parce qu'il est difficile de trouver les personnes compétentes pour les concevoir et les donner.

Peu d'étudiants des cycles supérieurs ont l'occasion de devenir « bilingues » en IA, c'est-à-dire d'apprendre à la fois à parler le langage de l'IA et celui d'une autre discipline, comme le droit, l'éthique, la santé, le génie minier, l'enseignement, l'écologie ou la sociologie. Quelques initiatives ont été mises en œuvre, ici et ailleurs, pour susciter une hausse du nombre de ces spécialistes. Par exemple, le [Programme de chaire de recherche double en IA en santé / santé numérique et sciences de la vie](#) des Fonds de recherche du Québec (FRQ) a pour objectif principal « la formation d'étudiants et d'étudiantes des cycles supérieurs ainsi que des postdoctorants et postdoctorantes "bilingues", afin de les rendre agiles et aptes à travailler simultanément en intelligence artificielle / sciences des données et en sciences de la vie¹⁴⁷. » Cependant, ces initiatives sont encore trop rares.

Ensuite, comme l'ont relevé plusieurs participants du groupe de travail sur l'IA et la recherche que le Conseil a mis sur pied dans le cadre de la réflexion collective, la recherche actuelle s'effectue trop souvent en silo. Cela est dû principalement au fait que les chercheurs se spécialisent dans un domaine précis et que les critères de financement et d'évaluation, en recherche, valorisent les projets *intradisciplinaires* plutôt que la collaboration interdisciplinaire. Certains programmes visent bien sûr à soutenir la réalisation de recherches de ce genre. Par exemple, le programme [AUDACE](#) des FRQ « fait place à des projets à haut risque et atypiques, misant sur les maillages intersectoriels et pouvant générer des savoirs radicalement novateurs et porteurs de retombées potentielles considérables, quelle qu'en soit la nature¹⁴⁸ ». Dans le cadre d'AUDACE, les FRQ ont aussi lancé des appels qui ont permis d'utiliser les mégadonnées pour renforcer l'efficacité énergétique, comprendre comment les robots pourraient soutenir la participation sociale des aînés québécois, et mieux prédire les changements sociaux dramatiques. Il conviendrait de renforcer de tels programmes et de les multiplier.



L'IA doit être comprise et abordée comme étant interdisciplinaire. Le gouvernement du Québec devra donc aider les collèges et les universités à développer rapidement des programmes et des cours qui permettront aux étudiants en sciences humaines et sociales, en sciences de la santé et en sciences de la nature à développer une meilleure connaissance du fonctionnement de l'IA, de son potentiel et des défis associés à son développement et à son déploiement. Il devra aussi aider ces établissements d'enseignement à créer les cours qui rendront les étudiants en IA « bilingues ». Le gouvernement du Québec devra ensuite travailler de concert avec les FRQ, les universités et les collèges, les consortiums et les autres acteurs du réseau de la recherche en IA pour inciter les chercheurs de divers secteurs à collaborer. Cela pourrait notamment signifier l'ajout, dans les programmes et les politiques de soutien à la recherche, de critères particuliers. En somme, **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à soutenir de manière proactive l'apprentissage de connaissances interdisciplinaires et intersectorielles en IA chez les enseignants, les chercheurs et les étudiants des collèges et des universités du Québec (RC-16).**

Favoriser la collaboration entre le secteur de la recherche et les acteurs non académiques

Il sera crucial de favoriser les collaborations intersectorielles et interdisciplinaires. Il sera également essentiel de faciliter la collaboration entre, d'une part, les acteurs de la recherche en IA et, d'autre part, les organisations des milieux preneurs, les organismes publics ou les entités représentant la société civile, et les entreprises qui développent des produits, solutions et services propulsés par l'IA.

Une telle collaboration profitera à tous en permettant aux chercheurs d'accéder à des ressources, comme les données indispensables à la création de nouveaux modèles d'IA ou de stratégies pour les déployer. Elle les aidera à mieux comprendre les défis concrets que les organisations utilisatrices et les gouvernements cherchent à résoudre. En outre, elle leur permettra de tester leurs hypothèses sur le terrain. Elle pourra aussi faciliter le transfert, vers les étudiants, de compétences professionnelles critiques. Collaborer avec le milieu de la recherche rapportera aussi aux acteurs non académiques; la collaboration des entreprises avec les chercheurs pourra stimuler l'innovation et renforcer leur compétitivité. Elle aidera notamment ces entreprises à accéder à des savoirs de pointe, qui ne sont pas toujours accessibles sur le marché, et à créer des liens avec des étudiants talentueux qu'elles pourront éventuellement recruter.

En travaillant ensemble, les chercheurs et les entreprises peuvent développer des solutions qui répondent aux besoins du marché de manière responsable, sans pour autant entraver la recherche libre et indépendante. En effet, les chercheurs universitaires, en particulier ceux des sciences humaines et sociales, possèdent une expertise précieuse pour comprendre les dimensions sociales, éthiques et organisationnelles de l'IA.

Cela dit, la collaboration entre chercheurs et acteurs non académiques paraît difficile à concrétiser quand il s'agit de mesurer ou de mitiger les impacts de l'IA ou de trouver des façons d'encadrer cette technologie. Entre autres, il existe un écart entre la recherche



menée dans les centres universitaires et celle que les entreprises et organisations de tout type privilégient ou ont la capacité d'exploiter. Les visées des acteurs académiques – mobilisation des connaissances, publications, etc. – peuvent être relativement éloignées des priorités entrepreneuriales – retour sur investissement, hausse de la productivité, etc. De plus, le monde de la recherche et le monde des affaires fonctionnent à des rythmes différents. Les entreprises, en particulier, s'attendent à ce que leurs investissements rapportent à court terme, alors que les travaux des chercheurs s'étirent souvent sur le moyen ou long terme. Enfin, les organisations qui ont besoin du soutien des chercheurs, notamment les PME ou les organismes sans but lucratif, sont fréquemment dans l'incapacité d'investir de l'argent sonnante en recherche.

Des mesures ont été prises pour favoriser la collaboration entre chercheurs et acteurs non académiques sur les impacts de l'IA. Par exemple, le dernier appel à projets de l'OBVIA encourage les chercheurs à travailler avec des partenaires hors du monde universitaire et collégial (sans toutefois les forcer à le faire). Il serait adéquat de multiplier ce type d'initiatives. De plus, il serait pertinent de créer de nouveaux mécanismes pour favoriser une collaboration plus étroite entre, d'une part, les organismes de recherche et les chercheurs universitaires actifs en IA – particulièrement en sciences humaines et sociales – et, d'autre part, les entreprises privées et les organismes publics.

En somme, **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à favoriser la collaboration entre les acteurs académiques de l'IA, particulièrement les chercheurs en sciences humaines et sociales, et les acteurs non académiques de l'IA, notamment les entreprises et les organismes publics, afin d'encourager les travaux de recherche arrimés à la réalité du terrain et aux priorités de la société québécoise (RC-17).**

4.2. Mobiliser le secteur privé en faveur du développement et du déploiement responsables de l'IA

Un grand nombre d'entreprises québécoises se consacrent d'une manière ou d'une autre au développement de l'IA. Celles-ci comprennent aussi bien les sociétés spécialisées dans la création de systèmes d'IA, les PME qui intègrent l'IA à leurs logiciels et les sociétés de conseil informatique que les entrepreneurs de tous âges qui se lancent en affaires. Au bout du compte, ce sont ces entreprises qui concevront et commercialiseront, souvent sur la base de résultats de recherches scientifiques, les solutions d'IA qu'utiliseront les hôpitaux, les institutions financières, les entreprises manufacturières, les détaillants ou les écoles du Québec.

Le succès des efforts réalisés par le Québec pour développer l'IA de manière plus responsable reposera en grande partie sur le travail de ces acteurs. En effet, on attend aujourd'hui des entreprises de développement de l'IA qu'elles lancent sur le marché des systèmes sophistiqués qui s'intégreront étroitement aux opérations de leurs clients, voire à même leurs produits ou services.



Il est essentiel que ces systèmes d'IA soient conçus de manière responsable; l'intégration réussie de l'IA dans l'économie et la société repose sur la mise en place de solutions fiables, respectueuses de la confidentialité, transparentes et sécuritaires. La conformité à ces critères de qualité est fondamentale pour que le secteur privé assure l'acceptabilité sociale de l'IA et gagne la confiance du public, deux aspects nécessaires pour déployer les technologies et en récolter les avantages.

L'adoption d'une loi-cadre et de règlements sectoriels appropriés sera l'une des voies clés pour assurer l'adhésion du secteur privé à des normes élevées. Néanmoins, l'État ne dispose pas uniquement du levier législatif pour inciter les organisations à développer et déployer l'IA de façon responsable : il peut aussi le faire en se servant de ses investissements, en encourageant l'adoption de certaines normes techniques ou éthiques, ou en promouvant l'adoption de pratiques exemplaires.

Soutenir spécifiquement le développement responsable de l'IA

Le gouvernement a déployé ces dernières années des stratégies de soutien au développement de l'IA qui ont globalement favorisé l'essor de l'écosystème québécois de l'IA (voir l'encadré 24). Ainsi, près de 600 sociétés de toutes tailles offrent actuellement des services et des produits en IA au Québec¹⁴⁹. Ce nombre illustre que les développeurs d'ici affichent une forte capacité à innover et à se servir de l'IA pour répondre aux défis logistiques, organisationnels ou commerciaux de leurs clients.

Encadré 24 – Stratégies de soutien au développement de l'IA par le secteur privé

Les approches que le gouvernement du Québec préconise pour appuyer le développement de l'IA par les entreprises sont similaires à celles que l'on observe dans d'autres pays de l'OCDE.

Elles incluent :

- l'adoption de mesures fiscales, comme le versement de crédits d'impôt aux entreprises qui réalisent des travaux de développement expérimental en IA;
- l'injection de capital de risque dans des entreprises d'IA par des acteurs comme la Caisse de dépôt et de placements du Québec, ou Investissement Québec, et par des fonds d'investissement soutenus par ces acteurs;
- la mise sur pied de programmes de soutien financier, comme l'Appel de projets d'innovation en IA : recherche industrielle en collaboration et soutien à l'entrepreneuriat innovant du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie (MEIE).



Le secteur privé québécois est déjà bien positionné pour devenir un leader mondial du développement responsable de l'IA, notamment grâce à des acteurs et/ou des regroupements qui travaillent étroitement avec les entreprises, comme :

- [Confiance.ia](#), un consortium de recherche industrielle œuvrant au développement d'une IA durable, éthique et sûre;
- [Scale AI](#), une grappe d'innovation qui œuvre à bâtir les chaînes d'approvisionnement de nouvelle génération et à accroître la performance de l'industrie en tirant profit des technologies de l'IA;
- le [SEMLA](#), un pôle d'élaboration de méthodes et d'outils de développement de systèmes d'IA fiables;
- le [CRIM](#), un centre de transfert de connaissances, de recherche appliquée et de développement expérimental;
- [Mila](#), [IVADO](#), [l'IID](#) et plusieurs autres piliers de la recherche en IA.

Mais le soutien accru de l'État sera requis pour concrétiser cette vision, soutenir l'ambition québécoise et inciter les entreprises d'ici à s'attaquer à des défis majeurs comme celui du lancement de systèmes d'IA fonctionnant de manière plus juste, sécuritaire ou écoresponsable.

En particulier, le gouvernement devrait consacrer des moyens pour aider les entreprises d'ici à se distinguer dans le marché émergent du développement responsable de l'IA. Cela leur permettra du même coup de créer et de commercialiser des outils – logiciels, méthodologies ou cadres d'évaluation – qui serviront spécifiquement à : encadrer le fonctionnement de l'IA; accroître la sûreté et la fiabilité de cette technologie; évaluer la robustesse ou la qualité des produits et services propulsés par l'IA; certifier les systèmes d'IA conçus par les entreprises.

Pour ce faire, le gouvernement pourrait revoir ou élargir les programmes actuels de soutien aux entreprises afin de veiller à ce qu'ils couvrent bien la participation de ces dernières à des travaux de recherche ou de transfert de connaissances sur les questions de développement et de déploiement responsables de l'IA. Elles pourraient aussi prendre part à des projets d'innovation qui leur permettraient de mieux opérationnaliser le développement et le déploiement *responsables* de l'IA, d'améliorer la surveillance et le contrôle des systèmes d'IA, et de mener des tests dans des environnements contrôlés.

Par exemple, les règles de l'[Appel de projets d'innovation en IA : recherche industrielle en collaboration et soutien à l'entrepreneuriat innovant](#) pourraient être élargies, en stipulant que les projets menés avec le soutien d'experts de disciplines comme le droit, l'éthique ou la psychologie seront admissibles à l'aide gouvernementale. L'objectif serait ainsi de produire des solutions technologiques ou non technologiques (p. ex. : cadre d'audit) novatrices grâce auxquelles un système d'IA fonctionnerait de manière moins partielle, plus fiable et plus sûre. En somme, **le Conseil recommande au gouvernement du Québec d'offrir un soutien accru pour aider les entreprises à se distinguer dans le marché émergent du développement responsable de l'IA afin de leur permettre de développer et de commercialiser des outils (logiciels, méthodologies ou cadres d'évaluation) qui serviront spécifiquement à :**



encadrer le fonctionnement de l'IA; accroître la sûreté et la fiabilité de cette technologie; évaluer la robustesse ou la qualité des produits et services propulsés par l'IA; certifier les systèmes d'IA conçus par les entreprises, etc. (RP-7).

Accélérer le virage vers l'IA des organisations en donnant la priorité aux compétences liées aux données et à l'IA

Il faudra que les entreprises québécoises se démarquent par leur capacité à développer de façon responsable de nouveaux produits et services propulsés par l'IA vers lesquels des organisations de partout dans le monde se tourneront. Mais, ce qui est plus important encore, c'est que les entreprises et les organismes publics d'ici prennent le virage numérique et tirent pleinement profit des avancées réalisées dans le secteur de l'IA pour augmenter leur productivité, répondre aux pénuries de main-d'œuvre, accroître leur compétitivité sur les marchés internationaux, offrir des milieux de travail stimulant et dynamiser leur capacité d'innovation.

Toutefois, la maturité numérique des organisations québécoises demeure faible, ce qui pourrait nuire fortement à leur capacité de recourir à l'IA. Cela est dû notamment au manque de formation des dirigeants et des gestionnaires des entreprises et des organismes publics québécois et à la faible compréhension de ceux-ci des possibilités qu'offre le numérique. Ces facteurs expliquent en bonne partie que le Québec soit à la traîne par rapport à ses concurrents économiques, notamment les États-Unis, en matière d'adoption des TIC et, donc, de productivité¹⁵⁰.

Une étude récente de l'Institut du Québec¹⁵¹ confirme ce point de vue. On y apprend, entre autres, que les « avancées technologiques [dans les organisations] sont en grande partie freinées par un manque de ressources humaines qualifiées, un manque de soutien ou de connaissances pour implanter les nouvelles technologies, ou encore un manque de leadership pour intégrer ces changements. » Plus précisément, les chercheurs lient dans leur étude le manque de connaissances et de compétences sur le numérique des équipes de direction* et leur difficulté « à prendre les meilleures décisions » en cette matière.

Pour soutenir le développement et le déploiement responsables de l'IA par les organisations québécoises, il faudra donc mieux informer et former les dirigeants québécois quant au potentiel des systèmes d'IA dans leur secteur d'activité et aux facteurs à réunir pour assurer le déploiement efficace et responsable de ces systèmes. La production, la collecte et le traitement responsables des données devront être présentés comme une condition de base à une utilisation responsable de l'IA. Il est indubitable qu'une entreprise de vente au détail,

* Si rien n'est fait, le manque de connaissances sur l'IA entravera aussi gravement son déploiement efficace et responsable dans les entreprises et les organismes publics du Québec. Il est par exemple inquiétant de lire que 70 % des entreprises québécoises estiment que l'IA ne répond à aucun besoin fonctionnel et que 30 % savent peu de choses sur cette technologie. Voir [Automatisation à l'échelle nationale? Adoption de l'IA dans les entreprises canadiennes | The Dais](#).



un établissement d'enseignement ou une coopérative agricole, par exemple, pourra tirer le meilleur de l'IA et de ses capacités d'analyse et de prédiction (p. ex. : demande pour un produit en hiver, décrochage étudiant ou besoins en eau et en pesticides) seulement si la question de ses données est abordée adéquatement.

Malgré les bénéfices qu'elles pourraient en tirer, beaucoup d'organisations québécoises tardent encore à adopter un modèle d'affaires basé sur l'exploitation des données, des leurs en particulier. Et celles qui ont pris le virage numérique et fait de l'utilisation des données une priorité peinent trop souvent à gérer celles-ci de façon responsable, sécuritaire et efficace. Cela soulève évidemment des risques pour les organisations, qui peuvent empiéter sur la vie privée de leurs clients; peiner à protéger la confidentialité des renseignements fournis par leurs partenaires; avoir de la difficulté à développer et déployer leurs systèmes d'IA de manière responsable et efficace. Comme cela a été mentionné précédemment, la qualité, la quantité et la diversité des données accessibles ont une incidence marquée sur le fonctionnement de l'IA et sa fiabilité.

Encadré 25 – L'importance de la gestion des données en IA

Toute organisation qui utilise et exploite des données a la responsabilité de :

- mettre en place une structure de gouvernance des données;
- repérer les données accessibles;
- réunir celles qui sont pertinentes à la réalisation d'une tâche particulière;
- procéder à leur nettoyage pour qu'elles soient propres et cohérentes;
- les protéger pour en garantir la confidentialité ou l'intégrité;
- les stocker dans le respect des lois en vigueur.

Bien que ces tâches soient cruciales, peu d'organisations sont actuellement en mesure de les réaliser correctement, faute de connaissances, d'outils ou d'accompagnement.

Le gouvernement québécois est déjà à pied d'œuvre pour soutenir le virage numérique des organisations québécoises. Par exemple, l'[Offensive de transformation numérique \(OTN\)](#), une initiative stratégique pilotée par le MEIE, vise à accélérer le virage numérique des entreprises et à améliorer leur compétitivité. L'OTN soutient financièrement les projets collaboratifs d'organisations ou de réseaux qui servent les entreprises de différents secteurs d'activité à travers toutes les régions du Québec. Ces projets servent à sensibiliser les entreprises à l'importance de s'engager dans une transformation numérique, à les accompagner dans la planification et la mise en œuvre de projets numériques, et à financer des projets numériques collaboratifs répondant à des enjeux sectoriels et multisectoriels.

Il conviendrait d'élargir davantage les programmes gouvernementaux de ce type et de veiller à ce qu'ils incluent des volets « données » et « IA ». Il conviendrait aussi de mettre en place de nouvelles approches pour soutenir le développement des connaissances et des compétences en numérique et en IA des dirigeants québécois, particulièrement ceux qui sont actifs dans le secteur privé. La mise sur pied de réseaux d'échange de pratiques pour



les gestionnaires devrait, par exemple, être mieux soutenue. Des services d'accompagnement, comme ceux qu'offrent actuellement le CRIM, IVADO ou Mila, devraient aussi être rendus accessibles dans l'ensemble des régions du Québec.

En somme, **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à se servir de ses stratégies, programmes et autres initiatives comme levier pour accélérer le virage numérique des organisations québécoises, en particulier pour promouvoir activement, auprès de celles-ci, l'adoption de pratiques exemplaires et éthiques de production, de collecte et de traitement des données, une condition de base au développement et à l'utilisation responsables de l'IA (RC-18).**

Encourager l'adoption des normes et des meilleures pratiques en IA

Pour soutenir le développement et le déploiement responsables de l'IA par les organisations québécoises, il faudra encourager l'apprentissage de connaissances de pointe sur les normes et les meilleures pratiques en IA à l'échelle canadienne et internationale.

Les consultations menées par le Conseil ont montré l'importance des travaux réalisés au sein de grands forums internationaux, comme l'ISO, l'UNESCO, l'OCDE, l'ONU, le G7 ou le CCN pour encadrer l'IA. Ces travaux débouchent en effet sur l'élaboration de listes de principes, de chartes, de normes, de pratiques exemplaires ou de cas d'usage que les organisations auront intérêt à prendre en considération.

Ces différents instruments sont utiles aux développeurs de systèmes d'IA. Ils leur permettent de négocier avec leur clientèle au moyen d'un vocabulaire commun. Ils peuvent aussi les aider à adapter leur offre de produits ou de services en fonction des attentes des utilisateurs d'IA et des gouvernements les plus exigeants. Ces instruments sont d'ailleurs tout aussi utiles et nécessaires à ces derniers. Ils peuvent leur donner de la flexibilité (en permettant par exemple de déterminer qu'un système d'IA conçu dans le respect d'une norme avancée sera automatiquement considéré comme l'ayant été de manière responsable). Par exemple, la prise en compte d'une norme dans le cadre de gouvernance de l'IA d'un État contribue à assurer la cohérence de ce cadre avec les efforts de réglementation entrepris ailleurs dans le monde.

Le Québec exerce déjà une influence plus importante que son poids démographique dans plusieurs forums internationaux liés à l'IA :

- le gouvernement du Québec participe aux travaux de l'UNESCO sur l'IA;
- le professeur Yoshua Bengio est membre du Conseil consultatif scientifique du secrétaire général des Nations unies, qui est chargé de fournir un avis indépendant sur les percées scientifiques et technologiques en IA;
- Mila collabore de près avec des acteurs comme UN-Habitat;
- Madeleine Chenette, la représentante permanente du Canada auprès de l'OCDE, y suit de près les dossiers de l'IA;



- la chercheuse en droit Catherine Régis dirige le groupe de travail sur l'IA responsable du Partenariat mondial sur l'IA;
- Olivier Blais, fondateur et dirigeant de Moov AI, pilote à l'ISO l'élaboration d'une importante norme en IA.

Ces représentants cherchent évidemment à assurer que les résultats de ces travaux reflètent les intérêts et les valeurs du Québec et du Canada. Cela dit, à l'heure actuelle, il n'existe pas de stratégie visant à coordonner leurs actions. De plus, on ne sait pas toujours bien quels autres acteurs québécois pourraient avoir les connaissances et les compétences requises pour contribuer à l'avancement des intérêts du Québec et de son écosystème dans les forums internationaux sur l'encadrement de l'IA. Enfin, malgré cela, force est d'admettre que le Québec n'est pas toujours aussi bien représenté qu'il pourrait l'être à l'international, faute de moyens. Par exemple, l'ISO mène en ce moment des travaux importants sur la normalisation dans le secteur de l'IA. Or, comme il coûte cher de prendre part à ces travaux, peu d'entreprises québécoises peuvent se permettre d'y affecter du personnel.

Il est donc essentiel que le Québec se dote d'une stratégie cohérente de participation aux travaux canadiens et internationaux d'encadrement de l'IA. Cette stratégie devrait aussi comporter un volet de mobilisation des connaissances. En effet, les travaux menés dans les grands forums internationaux ne sont pas toujours bien connus des organisations québécoises. Une meilleure diffusion de leurs résultats permettra à ces dernières de rester à la pointe de l'IA et, par conséquent, de renforcer leur capacité à la développer et la déployer de façon responsable.

Enfin, les normes techniques et éthiques, ainsi que les autres cadres développés par ces institutions pour encadrer l'IA, ne sont pas toujours faciles à exploiter sur le terrain, faute d'instruments pour le faire. Par exemple, l'OCDE a adopté un jeu de principes importants sur l'IA – lequel est notamment basé sur le contenu de la Déclaration de Montréal –, mais les développeurs d'IA ne savent pas nécessairement comment bien appliquer ces principes. Par exemple, comment met-on en œuvre en IA « des garanties et des mécanismes, tels que l'attribution de la capacité de décision finale à l'homme, qui soient adaptés au contexte et à l'état de l'art¹⁵² »? La stratégie internationale du Québec en IA devrait également prévoir des mesures qui favoriseront la création d'outils (p. ex : listes de vérification en ligne, composantes logicielles, cadres d'évaluation, modèles de certification, méthodologies, etc.) grâce auxquels les organisations passeront plus facilement de la théorie du développement et du déploiement responsables de l'IA à son application concrète.

En somme, **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à élaborer et mettre en œuvre, en collaboration avec le gouvernement fédéral, une stratégie cohérente de participation du Québec aux travaux canadiens et internationaux sur l'encadrement et la normalisation de l'IA, et une stratégie de diffusion et d'opérationnalisation des résultats de ces travaux au profit des organisations (RC-19).**



4.3. Se doter d'infrastructures nationales de qualité en IA pour réaliser nos ambitions : données et puissance de calcul

Pour prospérer, tout secteur doit pouvoir compter sur des infrastructures de pointe, et celui de l'IA n'y fait pas exception. Afin de réaliser des recherches avancées en IA, notamment pour la conception d'une IA plus juste et plus sûre, tout comme d'assurer le développement et le déploiement responsables de systèmes d'IA hautement performants, comme des systèmes répondant aux attentes particulières des organisations québécoises, les acteurs de l'écosystème québécois de l'IA devront avoir accès à une puissance de calcul considérable et à des données de haute qualité.

En effet, l'accès à une puissance de calcul suffisante est essentiel au développement, au déploiement et à la maintenance responsables de systèmes d'IA toujours plus sophistiqués. C'est tout aussi vrai pour la réalisation, par des chercheurs ou des organismes de réglementation, de simulations et de tests approfondis qui permettront de comprendre le fonctionnement des systèmes d'IA conçus par les grands acteurs du domaine, de repérer leurs lacunes, comme les biais dont ils font preuve, et de les protéger adéquatement contre les attaques.

C'est également le cas pour les données. Comme le dit l'adage américain « *garbage in, garbage out* », à mauvaises données, résultats erronés. Le fait que la recherche en IA et le développement de l'IA sont souvent réalisés sur la base de données lacunaires explique en forte partie les problèmes qui affectent certains systèmes d'IA déployés sur le marché. Par exemple, certains logiciels de reconnaissance faciale ou de détection de cancers de la peau fonctionnent moins bien chez les personnes qui ont la peau foncée. Cela est dû, par exemple, au fait que les personnes à la peau claires étaient surreprésentées dans les photos avec lesquelles ces systèmes ont été entraînés. Autre exemple : des systèmes de soutien à l'embauche défavorisent indûment les candidatures féminines, parce qu'ils ont été développés avec des profils d'employés presque exclusivement masculins¹⁵³. De même, les outils d'IA générative sont susceptibles de tenir des propos racistes ou sexistes, parce qu'ils perpétuent essentiellement les préjugés présents dans les textes qui ont servi à les entraîner, lesquels ont principalement été moissonnés sur Internet, notamment sur les réseaux sociaux. Pour développer et déployer l'IA de manière responsable et efficace, il faut donc pouvoir s'appuyer sur des données fiables et de haute qualité.

Améliorer l'accès à la puissance de calcul

Comme le soulignait la [Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en IA](#) en 2018, « dans le secteur de l'IA, la réalisation de recherches et le développement de technologies reposent en bonne partie sur l'accès des chercheurs et des développeurs d'applications à des infrastructures de calcul aussi robustes que sécuritaires, c'est-à-dire à des services de connectivité, de puissance informatique et d'entreposage de qualité ¹⁵⁴ ».



Actuellement, il existe dans le monde un fort déséquilibre quant à l'accès à ces services. Essentiellement, les géants du numérique que sont Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft ou, en Chine, Baidu et Tencent, ont accès à une puissance de calcul nettement supérieure à celle dont disposent les universités, les gouvernements ou la quasi-totalité des autres entreprises de la planète. Cela pose de nombreux problèmes.

Pour permettre aux chercheurs, aux entreprises et aux organismes publics québécois d'accéder à la puissance de calcul dont ils ont besoin et augmenter leur indépendance par rapport aux fournisseurs américains, le Conseil recommande que le Québec mette en œuvre une stratégie à deux volets.

Premièrement, il devra continuer de soutenir le développement des infrastructures québécoises de calcul. Autrement dit, il devra appuyer les efforts des différents acteurs qui contribuent à bâtir le réseau d'infrastructures du Québec, notamment :

- [Calcul Québec](#)^{*}, le partenaire québécois de l'[Alliance de recherche numérique du Canada](#), une organisation chargée de coordonner l'offre de services de calcul informatique de pointe à la grandeur du Canada;
- [PINQ²](#), qui exploite des infrastructures de calcul alliant technologies classiques, quantiques et hybrides;
- [QScale](#), dont les centres de traitement de données sont capables d'accueillir des superordinateurs et des équipements informatiques de pointe, tout en fonctionnant selon les préceptes du développement durable;
- le [Réseau d'informations scientifiques du Québec](#), qui développe et opère un réseau privé de télécommunication destiné au milieu de l'éducation et de l'enseignement.

Un meilleur soutien de ces organisations permettra de mettre à la disposition de leurs clientèles un nombre accru de processeurs graphiques dernier cri. Du même coup, ces organisations pourront améliorer leur offre de services d'accompagnement, par exemple en aidant les chercheurs et/ou les développeurs à tirer le maximum de la puissance de calcul qu'ils utilisent ou à accroître la sécurité de leurs travaux.

Deuxièmement, en s'inspirant du succès de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), le Québec devrait travailler de concert avec d'autres gouvernements à la création d'un centre international qui servirait à la mise en commun et au partage d'importantes ressources de calcul. L'idée d'un tel projet fait déjà son chemin dans la communauté internationale. Certains pays, comme la Grande-Bretagne, ont pris conscience de l'importance de diminuer leur dépendance envers les infrastructures de calcul de grands fournisseurs privés américains. D'autres, comme la Belgique, les Pays-Bas, l'Italie et

^{*} La question du financement de Calcul Québec était déjà abordée dans la Stratégie de 2018. Cinq ans plus tard, cet organisme a connu une certaine croissance, notamment grâce au soutien accru du MEIE. Cependant, le dégagement de nouvelles ressources rendrait cet organisme en meilleure mesure de soutenir la communauté québécoise de spécialistes de l'IA et d'accroître sa participation accrue aux efforts de développement et de déploiement responsables de l'IA.



l'Espagne, soutiennent officiellement la création de CLAIRE, la [Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence Research in Europe](#), dont l'un des projets clés sera l'acquisition d'équipements communs de calcul d'une puissance jamais atteinte en Europe¹⁵⁵. La création d'un « CERN » de l'IA pallierait les difficultés que de petits États comme le Québec rencontrent en matière d'accès à une grande puissance de calcul. Elle pourrait notamment favoriser la création de systèmes d'IA ambitieux dont la mise en œuvre favoriserait l'atteinte de grands objectifs sociétaux dans des secteurs comme la santé ou l'éducation. Elle pourrait aussi servir à accroître les capacités des organismes de recherche d'explorer et de tester les limites des grands modèles de langage, dont une poignée de grandes entreprises détient actuellement le monopole.

Bien que le coût de la création de ce CERN de l'IA se compte en milliards de dollars, la puissance de calcul dont il serait doté serait suffisante pour améliorer le positionnement du Québec et de ses partenaires en matière de développement responsable et d'encadrement de l'IA. Ces coûts élevés seraient évidemment répartis entre les différents membres qui adhèrent à cette initiative.

D'ailleurs, la mise en place de cette dernière gagnerait à être décentralisée pour assurer, notamment, que les infrastructures de calcul de ce CERN de l'IA demeurent fonctionnelles après des incidents comme des pannes matérielles, des cyberattaques ou des catastrophes naturelles¹⁵⁶. Le Québec serait bien positionné pour accueillir l'un des « chapitres » de cet éventuel CERN de l'IA, notamment en raison de :

- la qualité de son écosystème;
- sa réputation comme développeur responsable de l'IA;
- son climat froid, lequel permet de refroidir les installations de calcul de manière plus économique;
- son recours à l'hydroélectricité, une énergie verte;
- ses succès passés en matière d'attraction d'organisations internationales en IA (le Québec est le siège de l'un des deux centres d'expertise du Partenariat mondial sur l'IA, qui réunit près de 30 pays);
- l'expertise de Calcul Québec en gestion d'infrastructures de calcul de haute performance.

En somme, **le Conseil recommande au gouvernement du Québec d'augmenter la puissance de calcul à laquelle les acteurs de l'écosystème québécois de l'IA ont accès, en appuyant les acteurs locaux qui développent le réseau d'infrastructures québécoises et en soutenant activement la création d'un organisme de collaboration international dédié à la recherche en IA – un « CERN » de l'IA – dont l'un des chapitres serait installé au Québec (RP-8).**



Construire une base de données culturelles québécoises

En plus de se doter d'une puissance de calcul suffisante, le Québec doit produire et valoriser des données de haute qualité pour entraîner des systèmes d'IA qui tiennent compte de ses spécificités, de sa réalité et de ses besoins.

Actuellement, les systèmes d'IA générative que les Québécois utilisent ne répondent pas toujours de manière optimale à leurs besoins et attentes. En effet, cela est en partie dû au fait que les modèles statistiques sont construits à partir d'une trop faible quantité de données en langue française et de données québécoises. Par exemple, « on estime que les données utilisées pour entraîner GPT-3 consistaient à 90 % de textes en anglais. Ces données incluaient du texte en langues étrangères, mais pas suffisamment pour garantir que la performance du modèle soit cohérente à travers différentes langues* ».

Cela explique que la performance de ChatGPT paraisse généralement meilleure en anglais qu'en français ou dans d'autres langues, particulièrement celles que parle un petit nombre de locuteurs ou dont la présence est négligeable sur Internet, par exemple le néerlandais ou le créole haïtien. Ainsi, ChatGPT semble mieux fonctionner quand il reçoit des instructions en anglais. Il paraît aussi plus performant quand il répond à des questions factuelles et résume des textes complexes dans cette langue. De surcroît, il serait moins susceptible de générer des faussetés en anglais que dans d'autres langues.

Le fait que les grands systèmes d'IA générative actuellement disponibles aient été entraînés avec une très faible quantité de données sur le Québec explique aussi qu'ils aient de la difficulté à fournir une information fiable sur la société, l'économie ou la culture québécoise. Par exemple, ChatGPT répond erronément à une question comme « Quelle chanson de Beau Dommage a été reprise par un chanteur québécois célèbre? » (voir l'encadré 26), parce qu'il ne possède pas assez de données sur la chanson québécoise et ses artistes. Encore une fois, il se base sur celles dont il dispose pour avancer une réponse, même si elle est inexacte.

Encadré 26 – Dialogue halluciné avec ChatGPT

Voici des extraits choisis d'une interaction entre un membre de l'équipe du Conseil et ChatGPT.

Question : *Quelle chanson de Beau Dommage a été reprise par un chanteur québécois célèbre?*

Réponse : *Plusieurs chansons de Beau Dommage ont été reprises par des artistes québécois au fil des années, compte tenu de la popularité et de l'influence du groupe. L'une des reprises les plus célèbres est celle de « La complainte du phoque en Alaska » par Mario Pelchat.*

[L]a chanson « La complainte du phoque en Alaska » a [aussi] été reprise par Michel Louvain, un chanteur québécois très populaire notamment durant les années 1960 et

* Dans son article [Making generative AI effectively multilingual at scale](#) datant du 28 juin 2023, Kirti Vashee explique ceci : « On ne sait pas [...] quelles données ont été utilisées pour GPT-4, mais on peut supposer avec assez de certitude qu'aucune source majeure de données non anglaises n'a été acquise, principalement parce qu'elles ne sont pas facilement disponibles. »



1970. Sa version est sortie peu de temps après l'original de Beau Dommage, et elle a contribué à la popularité de cette chanson au Québec.

Question : Félix Leclerc a-t-il repris cette chanson?

Réponse : Non, Félix Leclerc n'a pas repris « La complainte du phoque en Alaska » de Beau Dommage.

Comme le note Claude Coulombe, expert en IA, si ChatGPT se trompe ici – il n'existe aucune reprise célèbre de la Complainte par Pelchat ou Louvain, tandis que Leclerc l'a bel et bien endisquée –, c'est parce qu'« il n'a pas été entraîné sur suffisamment de contenu pertinent. Il "invente" ou "bricole" une réponse. On peut aussi dire que l'algorithme "va à la pêche", qui plus est, une pêche probabiliste* ».

Certains pays ont entrepris de s'attaquer à ces lacunes. Par exemple, la Suède a conclu en 2022 que « le développement des très grands modèles de langage est le plus souvent piloté par des entreprises privées situées dans d'autres pays (et même sur d'autres continents) que la Suède. Ces acteurs peuvent ne pas avoir d'intérêt à produire de telles ressources pour une petite langue comme le suédois, et même s'ils le font, ils peuvent ne pas avoir la volonté (faute d'incitatifs) ou la capacité de construire et de fournir de tels modèles d'une manière qui reflète les circonstances et les besoins suédois. Nous pensons qu'il est important qu'un modèle qui vise à devenir une ressource fondamentale [...] représente l'ensemble des usages de la langue suédoise, et par extension, l'ensemble de la population suédoise¹⁵⁷ ».

Pour assurer le développement et le déploiement responsables de systèmes d'IA générative performants en suédois, la Suède a entrepris la création de The Nordic Pile par le truchement de l'organisme étatique [AI Sweden](#). Celle-ci se veut une base de données de haute qualité qui représente divers styles et usages, domaines de connaissance et groupes sociaux. Cette base inclut les textes de la Banque de littérature suédoise, des enregistrements sonores, les textes de journaux, l'information des sites Web gouvernementaux nationaux, l'ensemble des données ouvertes rendues accessibles par l'administration publique, le contenu de grands groupes de discussion suédois, etc. Conçue dans le respect du Règlement général de protection des données de l'Union européenne, The Nordic Pile servira de base à la création, par les entreprises et les organismes publics, de grands modèles de langage répondant aux besoins des Suédois.

* Échange de courriels. Coulombe précise : « L'invention de ChatGPT est guidée par la statistique, des liens probabilistes faibles. Derrière ChatGPT, il y a un lien entre Beau Dommage et Michel Louvain, ne serait-ce qu'à travers des textes sur la chanson québécoise. L'algorithme trouve des bribes d'information dans son espace latent, qui est une représentation disons « abstraite/compressée » des textes (principalement moissonnés sur la Toile) qui ont été utilisés pour l'entraîner. Les textes originaux complets sont perdus. [...] Ne disposant pas d'informations 'fiabiles' dans son espace latent (encore une fois, la représentation résultant de son entraînement), l'algorithme fabrique une réponse à partir des éléments qui s'y trouvent. Il trouve alors des 'liens échevelés' et génère une réponse qui l'est tout autant. En résumé, un générateur de texte basé sur un grand modèle de langage, comme ChatGPT, prédit ce qui lui semble la séquence de mots la plus probable, sans avoir la capacité de distinguer le vrai du faux. »



Le Québec gagnera à créer une banque de données québécoises équivalente à The Nordic Pile* pour favoriser le développement et le déploiement hautement responsables de systèmes d'IA (particulièrement de systèmes d'IA générative en français du Québec) qui sont véritablement centrés sur les besoins des Québécois. Une telle banque de données pourra regrouper entre autres :

- des textes littéraires et journalistiques produits au Québec;
- des enregistrements audio, comme des chansons ou des émissions de radio;
- des productions télévisuelles et cinématographiques;
- l'information non sensible produite ou détenue par le gouvernement du Québec et les gouvernements municipaux;
- des plans architecturaux;
- des photographies et des illustrations;
- des captures numériques de bâtiments¹⁵⁸ ou de paysages.

Les droits et les responsabilités des acteurs qui acceptent de verser des données dans cette banque devraient être bien définis, pour que ceux-ci soient adéquatement récompensés pour leur contribution[†]. [Bibliothèque et Archives nationales du Québec](#) serait particulièrement bien placé pour piloter la réalisation d'un tel projet, qui pourrait devenir le point d'amorce d'une collaboration plus étroite des acteurs de la francophonie en matière de création de grands modèles de langage en langue française.

Il serait par ailleurs important de viser à ce que la base de données culturelles québécoises soit nourrie de contenus autochtones de qualité pour favoriser la numérisation des langues autochtones et le développement éventuel d'outils de l'IA fonctionnant dans ces dernières. Ce volet du projet devrait être entrepris en étroite collaboration avec les communautés autochtones du Québec et leurs représentants.

En somme, **le Conseil recommande au gouvernement du Québec de soutenir le développement d'une banque de données culturelles québécoise de haute qualité, en français et en langues autochtones (RP-9).**

* De la même façon, le [gouvernement français a récemment lancé un appel à projets](#) « de 40 millions d'euros pour constituer et mettre à disposition des communs numériques pour l'IA générative, comme par exemple des bases de données d'apprentissage et de test, autre point crucial pour l'entraînement des nouveaux modèles. Ces bases de données ouvertes auront notamment pour intérêt de refléter et valoriser les spécificités françaises et européennes [...], favorisant ainsi le développement d'IA plus conformes à ces valeurs ».

[†] L'entraînement de systèmes d'IA comme ChatGPT a été fait, en partie, à l'aide de données souvent utilisées sans le consentement de leurs créateurs et, évidemment, sans qu'ils soient rémunérés. Voir <https://www.wired.com/story/chatgpt-generative-artificial-intelligence-regulation> et <https://fortune.com/2023/06/28/openai-chatgpt-sued-private-data/>.



Adopter une stratégie nationale sur le partage et la valorisation des données numériques

Notre société carbure aux données et, plus spécifiquement, aux données numériques. Ces dernières sont un moteur d'innovation, de progrès technologique et de croissance économique. Elles constituent la base factuelle sur laquelle les Québécois, leurs organisations et leurs organismes publics s'appuient pour prendre des décisions. La valeur des données peut être démultipliée quand celles-ci sont intégrées dans des systèmes d'IA.

L'accès à de vastes ensembles de données permet aux chercheurs et aux entrepreneurs de développer de nouvelles technologies, de créer des produits et des services innovants, et d'améliorer ceux qui existent déjà. Les entreprises qui utilisent efficacement leurs données ont un avantage concurrentiel, car cela leur permet, entre autres, de dégager les tendances émergentes dans leur marché et de mieux répondre aux attentes de leurs clients. L'exploitation de leurs données permet aussi aux organisations d'accroître leur productivité, de déceler les inefficacités présentes dans leurs processus, d'optimiser ces derniers, de réduire leurs coûts de fonctionnement, etc.

Les données sont utilisées par l'État pour guider les politiques et les investissements publics. Le gouvernement emploie des informations démographiques, économiques ou sociales pour distribuer efficacement les ressources et mettre en place des programmes répondant aux besoins des citoyens. Des informations variées sont produites et recueillies par le gouvernement pour éclairer les décisions et les actions visant à lutter contre la pauvreté, améliorer l'accès aux soins de santé, et planifier les infrastructures publiques notamment. Il est essentiel de rendre ces données accessibles et exploitables par les systèmes d'IA, un objectif sur lequel le gouvernement du Québec travaille déjà.

En effet, ce dernier a mené de grands efforts au cours des dernières années pour créer un environnement numérique dynamique et améliorer le partage et la valorisation des données au sein de l'administration publique. En matière de données ouvertes, il a créé le portail [Données Québec](#) en 2016¹⁵⁹, puis le Plan d'action pour l'accessibilité et le partage des données ouvertes des ministères et des organismes publics en 2018¹⁶⁰. Il a ensuite joint le Partenariat pour un gouvernement ouvert en 2020¹⁶¹, en plus de se doter d'un plan d'action favorisant un gouvernement ouvert en 2020-2021¹⁶².

Le virage numérique gouvernemental s'est accéléré ces dernières années.

- 2019 : création de la première stratégie de transformation numérique gouvernementale¹⁶³;
- 2020 : adoption de la première politique gouvernementale de cybersécurité¹⁶⁴;
- 2021 : création de la Stratégie d'intégration de l'intelligence artificielle dans l'administration publique en 2021¹⁶⁵.
- 2022 : création du ministère de la Cybersécurité et du Numérique¹⁶⁶.



Ces initiatives porteuses contribuent à créer un environnement sûr et protégé, c'est-à-dire propice à la production et à la collecte de données de qualité qui pourront potentiellement être mises à profit dans des systèmes d'IA.

Du côté législatif, le gouvernement a également adopté la Loi sur l'accès aux renseignements de santé et de services sociaux¹⁶⁷, laquelle est entrée en vigueur en mars 2023. Cette loi vise à faciliter le partage des données des patients avec les gestionnaires du réseau de la santé et à permettre leur utilisation par les chercheurs académiques. Du même souffle, le gouvernement a renforcé le régime de protection des renseignements personnels avec l'adoption de la Loi 25, Loi modernisant des dispositions législatives en matière de protection des renseignements personnels, qui est entrée en vigueur en septembre 2023¹⁶⁸.

Toutefois, d'énormes progrès restent à faire avant que l'on puisse pleinement exploiter la valeur des données dans l'économie québécoise. Il faudra en particulier créer un environnement qui facilite l'accès aux données, leur mobilité et leur réutilisation par l'ensemble des acteurs économiques et sociaux. C'est à cette condition que les données pourront servir à générer un maximum d'avantages pour le Québec. **Le Conseil recommande donc au gouvernement du Québec d'élaborer une véritable stratégie nationale pour valoriser les données numériques du privé, de la recherche, de l'administration publique et de la société civile afin de favoriser le partage des données entre ces secteurs (RP-10).** La mise en œuvre de cette recommandation permettra de développer une vision cohérente et mobilisatrice, pour faire du Québec une économie des données à la fine pointe, prête à saisir les occasions qu'offre l'IA et à relever les défis qu'elle pose.

Encadré 27 – Le rôle des données dans la gestion de la pandémie

L'importance du partage des données a été démontrée durant la pandémie de COVID-19. L'étroite collaboration instaurée entre le ministère de la Santé, les établissements de santé publique locaux, les organisations caritatives, les municipalités et même le secteur privé a permis de mieux surveiller la progression du virus, d'améliorer le soutien offert sur le terrain, de consolider la prise de décisions en matière de services essentiels, etc. Les analyses menées sur la présence du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées municipales ont ainsi permis de suivre la progression du virus¹⁶⁹.

Cette stratégie apportera de la cohérence et du dynamisme aux projets de l'administration publique liés aux données, à l'IA et à la transformation numérique. Elle permettra de définir clairement le rôle des données pour atteindre les objectifs prioritaires du gouvernement, comme l'amélioration des services aux citoyens ou la mise en œuvre de la [Stratégie québécoise de recherche et d'investissement en innovation](#). Elle servira aussi à unifier la vision de l'utilisation des données dans toute l'économie québécoise. Sans une méthode organisée, l'écosystème de l'IA pourrait manquer de données de qualité, celles dont il aura besoin pour assurer un développement et un déploiement responsables de l'IA. Le Québec a donc intérêt à augmenter la capacité de ses organismes publics et de ses entreprises à produire, stocker, analyser et partager ces données.



Tout comme le cadre de gouvernance de l'IA, celui qui régira les données devra aussi être agile. Il devra prévoir l'application de normes sévères de protection des données, sans pour autant créer d'obstacles inutiles à leur utilisation. Il devra plutôt aider les innovateurs et les entrepreneurs à utiliser les données de manière responsable et sûre, et favoriser le contrôle des citoyens sur leurs renseignements personnels. La nouvelle stratégie sur les données permettra de définir et mettre en place les conditions nécessaires à cet équilibre.

Enfin, la stratégie nationale devrait viser à :

- cerner les projets de mutualisation des données qui sont réellement porteurs pour la société;
- favoriser la mise sur pied d'infrastructures de mise en commun des données sécurisées;
- encourager le développement ou la diffusion de normes et de formats communs favorisant l'interopérabilité des données;
- prévoir des mesures (p. ex. : allègements fiscaux, tarifs réduits d'accès aux infrastructures, accompagnement, etc.) pour inciter les organisations à mettre leurs données à la disposition de la collectivité;
- soutenir le développement d'environnements ou de partenariats au sein desquels les producteurs et les utilisateurs de données et de systèmes d'IA se sentiront en confiance.

Les données sont la matière première de l'IA. En favorisant l'accès des Québécois et des organisations à des données de qualité, la stratégie nationale contribuera ultimement au développement et à l'utilisation responsables de l'IA.



Recommandations complémentaires du Chapitre 4

Recommandation complémentaire 16 | Soutenir de manière proactive l'apprentissage de connaissances interdisciplinaires et intersectorielles en IA chez les enseignants, les chercheurs et les étudiants des collèges et des universités du Québec.

Recommandation complémentaire 17 | Favoriser la collaboration entre les acteurs académiques de l'IA, particulièrement les chercheurs en sciences humaines et sociales, et les acteurs non académiques de l'IA, notamment les entreprises et les organismes publics, afin d'encourager les travaux de recherche arrimés à la réalité du terrain et aux priorités de la société québécoise.

Recommandation complémentaire 18 | Se servir des stratégies, programmes et autres initiatives gouvernementales comme levier pour accélérer le virage numérique des organisations québécoises, en particulier pour promouvoir activement, auprès de celles-ci, l'adoption de pratiques exemplaires et éthiques de production, de collecte et de traitement des données, une condition de base au développement et à l'utilisation responsables de l'IA.

Recommandation complémentaire 19 | Élaborer et mettre en œuvre une stratégie cohérente de participation du Québec aux travaux canadiens et internationaux sur l'encadrement et la normalisation de l'IA, et une stratégie de diffusion et d'opérationnalisation des résultats de ces travaux au profit des organisations.



5. Faire preuve d'ambition et positionner l'État québécois en leader et modèle dans le domaine de l'IA

L'IA transformera non seulement les façons de fonctionner des entreprises québécoises, mais aussi celles du gouvernement, dont les dépenses et les investissements dépassent les 137 G\$ et dont le poids équivaut à 24,8 % du PIB du Québec en 2023¹⁷⁰. Parce qu'elle permettra à l'État de fonctionner de manière plus efficace et efficiente, l'IA aura un effet marqué sur l'économie québécoise et la qualité des services offerts aux citoyens.

En fait, l'IA est appelée à jouer un rôle de plus en plus grand dans l'accomplissement des missions clés de l'État. Par exemple, elle pourra servir les secteurs de la santé, de l'éducation ou de l'énergie (voir l'encadré 28)¹⁷¹, entre autres, et être mise à profit pour :

- optimiser les processus internes des organismes publics et leur utilisation des ressources;
- développer une offre de services personnalisés pour les patients ou les élèves;
- établir des tendances, faire des prédictions et soutenir la prise de décisions;
- améliorer la communication et l'engagement avec les citoyens.

Encadré 28 – Diverses utilisations de l'IA au sein de l'administration publique

Santé	Éducation
<ul style="list-style-type: none">- Prédire le risque de maladie- Faciliter le triage des patients- Poser des diagnostics- Identifier les risques de complications- Faciliter la gestion des maladies chroniques- Créer des rappels personnalisés- Accélérer la découverte de nouveaux médicaments	<ul style="list-style-type: none">- Soutenir les enseignants à l'aide d'environnements numériques d'apprentissage offrant des rétroactions automatisées et personnalisées aux apprenants- Optimiser le suivi du transport des élèves- Identifier les jeunes à risque de décrochage- Accélérer le traitement des demandes de soutien aux élèves en difficulté
Environnement	Services au public
<ul style="list-style-type: none">- Mieux anticiper l'adaptation aux changements climatiques- Améliorer notre compréhension des interactions écosystémiques- Optimiser les réseaux de production et de livraison de l'énergie- Détecter plus facilement les infractions environnementales	<ul style="list-style-type: none">- Offrir du soutien par l'entremise d'agents conversationnels- Prendre des notes automatiquement- Optimiser la gestion des horaires- Préremplir des formulaires- Automatiser certaines décisions à faible incidence- Traiter les demandes selon un ordre de priorité- Synthétiser de l'information



Malgré ses avantages, l'utilisation de l'IA par les administrations publiques, dont celle du Québec, demeure limitée. Les gouvernements se cantonnent encore trop souvent dans un rôle de régulateur (ils établissent des normes et fixent des balises, comme nous l'avons vu au chapitre 3 - *Former la nation afin que tous les Québécois profitent de l'IA et pour favoriser une adoption responsable de l'IA*) ou de facilitateur (ils offrent du soutien aux entreprises, comme nous l'avons vu au chapitre 4 - *Propulser la R-D en IA et faire de nos chercheurs et entrepreneurs des leaders responsables de l'IA*)⁷². Cela tient au fait que l'implantation de l'IA dans la sphère gouvernementale pose des défis uniques – les attentes des citoyens vis-à-vis de l'État sont particulièrement élevées – et présente des difficultés de mise en œuvre particulière, notamment en ce qui a trait à l'embauche de ressources humaines compétentes.

Cela dit, le gouvernement du Québec s'est positionné comme un pionnier dans le domaine de l'IA en devenant l'une des premières administrations publiques au monde à se doter d'une stratégie interne d'adoption de cette technologie : la [Stratégie d'intégration de l'IA dans l'administration publique 2021-2026](#) (ci-après la « Stratégie d'intégration »). Celle-ci témoigne de la forte volonté de l'État québécois non seulement de donner l'exemple en IA et d'en soutenir l'essor, mais aussi d'établir des bases solides pour en assurer le développement et le déploiement responsables dans l'appareil gouvernemental.

Bien que la Stratégie d'intégration s'avère relativement ambitieuse, le Conseil estime que les craintes du public vis-à-vis de l'IA et des avancées technologiques des derniers mois devraient amener le gouvernement du Québec à revoir son plan de match sans attendre. Pour faire de l'administration publique québécoise un modèle à suivre en matière de développement et de déploiement responsables de l'IA, le Conseil estime que le gouvernement du Québec devrait faire preuve d'encore davantage d'ambition. Cela lui permettra de se positionner comme un leader dans le domaine de l'IA de manière à inspirer les organisations et la population québécoise.

Pour y parvenir, le Conseil propose trois grandes actions prioritaires :

- renforcer le cadre de gouvernance de l'IA dans l'administration publique et accélérer sa mise en œuvre;
- soutenir la réalisation de projets ambitieux grâce auxquels l'IA sera véritablement mise au service de la population québécoise;
- accélérer l'acquisition et le rehaussement des compétences numériques des employés de la fonction publique.

Recommandation principale 11 | Lancer dès maintenant le programme « IA pour le Québec » en mettant à la disposition des ministères, des organismes publics, des sociétés d'État et des municipalités, une enveloppe budgétaire d'envergure dédiée à la planification et à la mise en œuvre responsables de projets en IA hautement stratégiques.



Encadré 29 – Arrimer la Stratégie d’intégration à d’autres stratégies pertinentes

Le succès de l’intégration de l’IA dans l’administration publique québécoise dépendra de la mise à jour et de la mise en œuvre des plans du gouvernement en matière d’IA. Mais, plus largement, il sera aussi fonction de la vision et des approches de ce dernier en matière de technologies numériques. Le gouvernement québécois a adopté différents instruments, ces dernières années, pour favoriser l’utilisation efficace de celles-ci dans l’administration publique. Ces instruments incluent la [Stratégie de transformation numérique gouvernementale 2019-2023](#)¹⁷³ et le [Plan d’action favorisant un gouvernement ouvert 2021-2023](#)¹⁷⁴. Le gouvernement devrait profiter du fait que ces deux instruments arrivent à terme pour veiller à l’arrimage étroit de leur prochaine version avec celle, actualisée, de la Stratégie d’intégration. Par ailleurs, certains ministères sont déjà proactifs et se sont dotés de stratégies avancées en matière de numérique et d’IA qu’il conviendra d’harmoniser également.



5.1. Renforcer le cadre de gouvernance de l'IA dans l'administration publique et accélérer sa mise en œuvre

Comme mentionné précédemment, l'adoption de la Stratégie d'intégration de l'IA dans l'administration publique a fait du gouvernement du Québec un véritable précurseur en la matière. L'application de la Stratégie d'intégration repose sur les cinq principes fondamentaux* suivants.

1. La volonté d'améliorer les services aux citoyens et la performance de l'administration publique guide les actions de l'État en matière d'IA.
2. Le respect des employés de l'État et leur accompagnement doivent être assurés quand il est question d'IA.
3. L'équité et le respect de la vie privée ne peuvent être compromis dans le cadre du développement ou du déploiement de l'IA.
4. La responsabilité des décisions prises dans l'administration publique incombe en tout temps aux fonctionnaires; elle ne peut en aucun cas être transférée à la machine.
5. L'administration publique prend appui sur le génie québécois en IA et entretient des liens forts avec l'écosystème national de l'IA.

Bien que la Stratégie d'intégration constitue une base solide, il convient d'aller plus loin pour assurer le développement et le déploiement responsables de l'IA au sein de l'administration publique. **Le Conseil encourage le gouvernement du Québec à renforcer rapidement le cadre de gouvernance de l'IA dont s'est dotée l'administration publique québécoise et à en accélérer la mise en œuvre (RC-20).** Plus précisément, le gouvernement devra :

- actualiser la Stratégie d'intégration et les outils qui y sont rattachés;
- développer des mécanismes de contrôle et de surveillance des systèmes d'IA pour renforcer la confiance du public;
- placer l'humain au centre de tous les projets en IA entrepris par ou pour le gouvernement;
- développer des critères rigoureux pour orienter les programmes de soutien et d'investissements en recherche, au public comme au privé, et pour guider les appels d'offres publics pour l'acquisition de systèmes d'IA, de sorte que toute IA développée dans ou pour l'administration publique québécoise ou financée par des fonds publics le soit responsablement.

* La Stratégie s'articule en outre autour de trois axes : des services publics renouvelés et optimisés par l'IA; une administration publique outillée et proactive à l'égard des changements engendrés par l'IA; une action en IA fondée sur des pratiques responsables. Ces axes se déclinent finalement en 11 objectifs et en de nombreuses mesures clés. Pour en connaître plus sur l'état d'avancement de la Stratégie, consultez l'état de situation [Le potentiel et les exigences de l'adoption de l'IA dans l'administration publique](#), produit dans le cadre de la réflexion collective.



Actualiser la Stratégie d'intégration

L'adoption de la Stratégie d'intégration est récente et cette dernière prendra fin seulement en 2026. Cependant, elle a été conçue *avant* l'émergence de l'IA générative, notamment des agents conversationnels basés sur de grands modèles de langage, comme ChatGPT. Elle ne tient donc pas compte de ce changement de paradigme majeur et de ses impacts potentiels sur l'ensemble des missions de l'État.

L'administration publique québécoise devra veiller à profiter des avantages de l'IA générative. Pour ce faire, elle devra à la fois faire preuve de vision et de prudence, en déterminant les conditions qui devront être réunies pour assurer le succès de l'implantation de l'IA générative, en évaluant les risques associés à son utilisation et en misant sur des approches pour réduire ces risques*. Il paraît donc opportun de revoir rapidement la Stratégie d'intégration et les outils qui s'y rattachent pour les adapter au contexte en constante – et fulgurante – évolution de l'IA.

L'actualisation de la Stratégie d'intégration devrait servir tout particulièrement à définir avec une grande précision ce que l'administration publique entend par les termes « IA », « IA générative » ou « développement et déploiement "responsables" » de l'IA. Le gouvernement québécois devrait aussi accompagner la Stratégie d'intégration de nouveaux instruments, comme un guide sur l'IA générative. Cela favoriserait l'intégration de cette nouvelle technologie tout en offrant des balises claires sur son utilisation aux fonctionnaires¹⁷⁵. En outre, pour tenir compte de l'évolution rapide de l'IA, il serait sans doute plus approprié de prévoir une mise à jour *continue*, plutôt que quinquennale, de la Stratégie d'intégration, de même qu'une révision annuelle, plutôt que bisannuelle, des mesures clés qu'elle contient.

Encadré 30 – Bien définir les termes de l'IA

Comme l'Union européenne, le gouvernement du Québec gagnerait à définir l'IA en tenant compte de ses principales caractéristiques, comme son degré d'autonomie et ses capacités d'apprentissage, de raisonnement ou de modélisation, d'une manière qui permet de la distinguer de logiciels moins complexes. Les définitions présentées dans la Stratégie d'intégration gagneraient à être accompagnées d'exemples dans lesquels on préciserait notamment la finalité d'un système d'IA, ses actions (p. ex. : prédictions, recommandations, prise de décisions, etc.) ainsi que ses impacts sur l'environnement et les personnes. Les définitions présentées dans la Stratégie d'intégration devraient être alignées avec celles que

* Le gouvernement fédéral note à ce propos dans son récent [Guide sur l'utilisation de l'IA générative](#) : « [C]es outils peuvent générer du contenu inexact, amplifier les biais et porter atteinte à la propriété intellectuelle, la vie privée et d'autres lois. En outre, certains outils peuvent ne pas répondre aux exigences fédérales en matière de protection de la vie privée et de sécurité. Lorsque les institutions utilisent ces outils, elles doivent protéger les renseignements personnels et les données sensibles. De plus, comme ces outils génèrent un contenu qui peut donner l'impression d'avoir été produit par un être humain, les gens peuvent ne pas savoir avec exactitude s'ils interagissent avec une personne ou un outil. L'utilisation de ces outils peut également exercer une incidence sur les compétences et le jugement des fonctionnaires et peut engendrer des coûts environnementaux. »



conçoivent ou utilisent les organisations internationales. Cet alignement faciliterait la collaboration de l'administration publique québécoise avec d'autres administrations, en plus de créer un cadre juridique clair et prévisible pour les entreprises et les chercheurs en IA. De surcroît, cela garantirait que les règles québécoises reflètent les meilleures pratiques en matière de respect des droits de la personne, d'éthique, ou de protection des données.

Se doter de nouveaux outils pour renforcer la transparence, la surveillance et le contrôle des systèmes d'IA

Tout comme il faudra encadrer le développement et le déploiement de l'IA dans la société québécoise, il conviendra d'adopter des mesures vigoureuses pour s'assurer que l'administration publique conçoive et utilise cette technologie dans le respect des droits de la personne, et qu'elle évite les dérapages que risquerait de causer l'utilisation de systèmes d'IA déficients.

D'abord et avant tout, les citoyens et les employés de l'État devraient avoir le droit de savoir que tel ou tel système d'IA en particulier est utilisé dans le cadre de la prestation d'un service gouvernemental les concernant. En plus d'avoir l'obligation de divulguer au citoyen qu'il interagit avec un système d'IA lorsque c'est le cas, l'administration publique qui utilise ces systèmes devrait en faire le recensement. **Le Conseil encourage le gouvernement du Québec à créer un registre public des systèmes d'IA déployés dans l'administration publique (RC-21).** Ce registre serait alimenté par l'information que le ministère de la Cybersécurité et du Numérique (MCN) a déjà commencé à recueillir en vertu du plan d'action gouvernemental en IA. Ce registre devrait être suffisamment exhaustif pour communiquer avec clarté au public les principales caractéristiques d'un système d'IA, sa finalité, les actions qu'il pose et ses impacts.

Il faudra ensuite bien comprendre le fonctionnement des systèmes d'IA qui seront intégrés dans les organismes publics de manière à définir les risques associés à leur usage et à mettre en œuvre des mécanismes pour pallier ces risques. L'administration publique devrait donc se doter d'instruments qui lui permettront d'évaluer les systèmes d'IA qu'elle possède déjà ou entend déployer et, du même coup, de guider les acteurs gouvernementaux et leurs partenaires au stade du développement ou de l'acquisition de ces systèmes. D'autres administrations publiques ont commencé à se doter de tels outils.

Le gouvernement fédéral, lui, s'est doté de la [Directive sur la prise de décisions automatisée](#)¹⁷⁶ (ci-après la « Directive »), qui énonce plusieurs objectifs, dont :

- l'évaluation des effets des systèmes d'IA sur différents groupes;
- la réduction du risque que ces systèmes, en raison de lacunes, fassent des victimes;
- la transparence des processus mis en œuvre pour évaluer la qualité d'un algorithme.

La Directive stipule ainsi qu'un système d'IA peut prendre une décision définitive dans un dossier seulement s'il a été établi que cette décision aura un faible impact. La Directive exige également que les personnes touchées par un système d'IA doivent être averties, de manière rapide et simple, que l'IA sera ou a été utilisée pour rendre ou soutenir une décision. Selon le



niveau d'incidences possible d'un système, une institution fédérale pourra également avoir à faire examiner ce système par des experts et à rendre publics les résultats de cet examen. La Directive sert seulement à encadrer le recours à l'IA pour la prise de décisions administratives, comme celles visant la remise d'un permis. Elle s'applique à la fois aux services offerts aux citoyens et aux employés fédéraux, notamment pour encadrer certaines pratiques en gestion des ressources humaines, comme le recours à l'IA pour traiter des CV. Cela dit, elle ne vise pas à assurer le fonctionnement responsable des outils d'IA servant à la communication, comme les robots conversationnels. Pour sa part, l'[Outil d'évaluation de l'incidence algorithmique](#)¹⁷⁷ aide les institutions fédérales à appliquer la Directive sur le terrain. Cet outil propose plus de 50 questions sur les risques associés à l'utilisation d'un système d'IA et plus de 30 sur l'atténuation de ces risques. Il sert à rappeler aux acteurs fédéraux qu'ils doivent : évaluer la qualité des données servant à développer les systèmes d'IA; jauger les modèles sur lesquels ces systèmes reposent; former les employés fédéraux pour qu'ils comprennent les outils qu'ils utilisent.

La Directive et l'Outil d'évaluation de l'incidence algorithmique sont le type d'instruments dont une administration doit se munir pour que ses systèmes d'IA fonctionnent de manière responsable : ce sont donc des outils de gouvernance essentiels. **Le Conseil encourage le gouvernement du Québec à mettre en place l'équivalent de la directive fédérale sur la prise de décisions automatisée et de l'outil fédéral d'évaluation de l'incidence algorithmique, tout en en élargissant la portée afin qu'ils touchent l'ensemble des systèmes d'IA déployés dans l'administration publique québécoise, dont ceux utilisés pour communiquer avec la population (RC-22)*.** Ces outils viendront renforcer le cadre de gouvernance de l'IA dans l'administration publique jusqu'à ce qu'une loi-cadre portant spécifiquement sur le développement et l'utilisation responsables de l'IA soit adoptée au Québec dont le champ d'application s'étendra aux organismes publics comme cela est recommandé dans le chapitre 1 - *Assurer la gouvernance agile de l'IA*.

Il conviendra tout particulièrement d'établir dans la version québécoise de cette directive et de cet outil que les systèmes d'IA susceptibles d'avoir une incidence élevée sur la vie des citoyens ou des fonctionnaires devraient périodiquement faire l'objet d'une évaluation par un tiers indépendant. L'objectif serait de vérifier, avant et après leur déploiement, que les S systèmes d'IA IA de l'administration publique :

- fonctionnent comme ils le devraient, et ce, dans le plein respect des droits des citoyens et des fonctionnaires;
- fassent de bonnes prédictions ou prennent des décisions justes;
- soient capables de résister à des cyberattaques.

* Le gouvernement du Québec contemple déjà la possibilité d'adopter l'outil fédéral et de l'implanter dans l'administration : « À ce propos, il est suggéré d'explorer l'outil conçu par le gouvernement du Canada, appelé Évaluation de l'incidence algorithmique. » Voir la page d'information gouvernementale, [Décision fondée exclusivement sur un traitement automatisé](#).



Cela supposera évidemment que les acteurs publics disposent du droit de mener ou de faire mener par un tiers de telles évaluations. Le gouvernement du Québec devrait donc, en tout temps, s'assurer d'obtenir et de conserver le droit de réaliser ou de faire réaliser l'évaluation du fonctionnement des systèmes d'IA qu'il acquiert ou fait développer, et des composantes de ces systèmes. En clair, aucun fournisseur ne devrait pouvoir invoquer l'existence de secrets commerciaux ni les conditions particulières d'une licence pour bloquer la voie à l'examen de ses produits ou services. De surcroît, comme cela a été mentionné précédemment, les résultats de l'analyse d'un système d'IA devraient être rendus publics pour renforcer le lien de confiance qui existe entre le gouvernement, d'une part, et les citoyens et les fonctionnaires, d'autre part.

Placer l'humain au centre des processus de développement et de déploiement de l'IA par l'État

Lorsque l'État a recours à l'IA, il ne doit jamais être guidé par le seul désir d'être plus efficient ou performant. Il doit toujours garder en tête et respecter un objectif fondamental : servir le citoyen en tenant pleinement compte de ses droits et de ses besoins, de même que de l'expertise et des droits des fonctionnaires.

Cela signifie que l'IA devra certes être développée par des spécialistes, mais que les personnes appelées à l'utiliser et celles concernées par son implantation, que ce soit les citoyens ou les employés de l'État, devront, *dès le départ* et non pas *après coup*, prendre part à sa conception et à son déploiement. Une telle mesure accroîtra fortement la probabilité que les systèmes d'IA développés et utilisés par l'administration publique le soient de manière responsable et combent efficacement de véritables besoins. Cette mesure servira en particulier à assurer que les attentes et les craintes des communautés marginalisées, qui sont souvent les plus touchées par les biais dont l'IA fait preuve, soient mieux prises en considération par les développeurs. Elle contribuera aussi à l'augmentation des chances de réussite des projets gouvernementaux d'IA, dans la mesure où les employés de l'État, comme la main-d'œuvre de n'importe quel secteur, seront nettement plus enclins à juger cette technologie positivement s'ils ont pris part aux travaux visant à l'intégrer dans leur milieu de travail.

Les auteurs de la Stratégie d'intégration en sont conscients : son premier objectif énonce en effet que les organismes publics doivent s'assurer de faire participer les utilisateurs au développement de l'IA et à sa diffusion. En revanche, la Loi sur la gouvernance et la gestion des ressources informationnelles des organismes publics et des entreprises du gouvernement, qui a pour objet d'instaurer un cadre pour la gouvernance et la gestion des données et des technologies numériques de l'État, favorise d'abord la simplification des services et la recherche de performance organisationnelle. Il faudrait porter plus d'attention à l'importance d'éviter les approches technocentristes, de consulter les citoyens quant aux cibles des travaux menés sur le numérique et de les faire participer pleinement à ces travaux. En somme, **le Conseil encourage le gouvernement du Québec à développer et adopter un plan d'action visant à assurer la participation des citoyens et des fonctionnaires aux efforts de conception, de développement, de déploiement et**



d'évaluation des systèmes d'IA susceptibles de les affecter ou d'avoir des incidences sur leur travail (RC-23).

Le gouvernement devra preuve d'exemplarité dans sa façon de placer l'être humain au cœur de sa démarche de développement et de déploiement de l'IA, de manière à ce que cela se fasse de façon responsable, certes, mais aussi de sorte à favoriser l'épanouissement des citoyens et des fonctionnaires québécois*. Une des façons pour l'administration publique de placer l'humain au centre de ses actions en IA consistera par conséquent à instaurer et maintenir un dialogue continu avec la société civile. La constitution de véritables laboratoires vivants en IA, au sein de l'administration publique, sera une avenue à explorer. Les laboratoires vivants sont des écosystèmes d'innovation ouverts et centrés sur l'utilisateur où l'on recourt systématiquement à des approches de cocréation avec les citoyens et les fonctionnaires, sur la base du principe voulant que « rien de ce qui les concerne ne soit créé sans eux ». Dans un laboratoire vivant, la recherche et l'expérimentation sont menées dans des communautés et des milieux réels¹⁷⁸. Cette approche s'avère prometteuse pour accroître l'engagement de toutes les parties prenantes tout au long de la chaîne de production des systèmes d'IA publics.

Appliquer des critères de responsabilité en IA

Les investissements que le gouvernement du Québec réalise par le truchement d'appels d'offres et de programmes de soutien à la recherche ou aux entreprises sont majeurs. À titre d'exemple, quelque 7,5 G\$ seront investis dans le seul cadre de la Stratégie québécoise de recherche et d'investissement en innovation 2022-2027¹⁷⁹. Le montant des achats visés par la Loi sur les contrats des organismes publics du Québec a quant à lui dépassé les 16 G\$ lors de l'année budgétaire 2019-2020¹⁸⁰.

Des conditions viennent souvent encadrer ces investissements. Par exemple, les chercheurs doivent expliquer, dans les demandes de subvention qu'ils adressent aux FRQ, comment ils s'assureront, dans leurs travaux, de tenir compte des critères d'équité, de diversité et d'inclusion¹⁸¹. Les règles sur le financement responsable du MEIE[†] ou

* Cela constituera un défi pour l'administration publique dans la mesure où les équipes chargées de créer l'IA et de l'intégrer dans un secteur n'intègrent pas systématiquement le point de vue des personnes —particulièrement des clientèles ou des travailleurs vulnérables — qui seront appelées à utiliser cette technologie. De plus, les experts de l'IA ont un profil relativement peu diversifié. Par exemple, aux États-Unis, les femmes ne constituent que 26 % des travailleurs du secteur de l'IA et des données; les Noirs, 4 %; et les personnes d'origine hispanique, 7 % (voir à ce sujet l'article [Why building diverse voices in AI is essential to guard its safety and fairness / Press Insider](#)). Or, « différentes perspectives devraient dès le départ être intégrées dans le cycle de production de l'IA » pour éviter que des problèmes graves ne surgissent plus tard.

† Pour recevoir le soutien du ministère, une entreprise ne peut figurer comme « clientèle non admissible dans la politique en matière de financement responsable du ministère ». Voir [Appel de projets d'innovation en intelligence artificielle : Recherche industrielle en collaboration et soutien à l'entrepreneuriat innovant](#).



d'Investissement Québec* s'appliquent lorsque ceux-ci soutiennent une entreprise. La Loi sur les contrats des organismes publics stipule pour sa part que « dans un souci d'amélioration constante, un organisme public doit privilégier l'inclusion, dans les documents d'appel d'offres ou le contrat, selon le cas, d'au moins une condition relative au caractère responsable de l'acquisition, sur le plan environnemental, social ou économique. Une telle condition peut notamment prendre la forme d'une condition d'admissibilité, d'une exigence technique, d'un critère d'évaluation de la qualité ou d'une marge préférentielle¹⁸² ».

Force est d'admettre, cela dit, que peu de conditions, à l'heure actuelle, viennent explicitement régir la façon dont le gouvernement du Québec investit en IA. Par exemple, les guides d'appel à projets du MEIE ne font aucune mention du concept de « développement et de déploiement responsables de l'IA ». Les Fonds de recherche du Québec n'ont pas encore créé de critères de responsabilité pour les travaux scientifiques en IA. En outre, les ministères et les organismes qui souhaiteraient acquérir un système d'IA dans le cadre d'un marché public ne disposent aujourd'hui d'aucune indication claire sur la manière dont d'éventuelles conditions relatives « au caractère responsable de l'acquisition, sur le plan environnemental, social ou économique » devraient être définies.

L'allocation de fonds publics constituera une occasion formidable pour l'État d'exprimer la vision et les valeurs qui devraient guider le développement et le déploiement de l'IA au sein de l'administration publique et hors de celle-ci. **Le Conseil encourage donc le gouvernement du Québec à définir des critères de responsabilité rigoureux – environnementaux, économiques, éthiques, légaux et sociétaux – quant au développement et au déploiement de l'IA qui seraient intégrés à même les appels d'offres et les programmes gouvernementaux de soutien à la recherche scientifique et aux travaux de R-D des entreprises (RC-24).** Ces critères devraient être codéfinis par le gouvernement, l'ensemble des acteurs de l'écosystème et la population québécoise pour garantir leur pertinence, leur souplesse, leur applicabilité et leur acceptabilité. Ils devraient en outre respecter les valeurs de la société québécoise inscrites dans la Charte des droits et libertés de la personne.

* L'« investissement responsable » (IR) est une approche d'investissement qui intègre les enjeux environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) dans la sélection d'investissements, afin de mieux gérer les risques et opportunités et de générer des rendements responsables à long terme. Ainsi, l'IR peut prendre différentes formes dont les investissements thématiques et les investissements d'impact. » Voir [Politique d'investissement responsable et de finance durable | Investissement Québec](#).



5.2. Lancer des projets d'IA ambitieux pour résoudre des défis sociétaux prioritaires

L'OCDE rapportait en 2019 que, sur 50 pays dotés ou sur le point de se doter d'une stratégie en IA, 36 disposaient d'une stratégie spécifique pour la transformation du secteur public grâce à l'IA ou portaient une attention particulière à cette question dans leur stratégie plus large en IA¹⁸³. Cela dit, « [m]algré l'intérêt croissant de nombreux pays pour le potentiel de l'IA », « l'adoption réelle de l'IA par les gouvernements pour améliorer les services publics, l'élaboration des politiques et les opérations internes ne suscite pas [autant d']intérêt et n'attire pas [autant d']investissement¹⁸⁴ [qu'ils le devraient] ».

La situation québécoise est un peu différente. Plusieurs des mesures clés prévues dans le plan d'action 2021-2023 pour préparer l'intégration de l'IA dans l'administration québécoise ont ainsi été appliquées. Par exemple, le MCN :

- est sur le point de diffuser un outil qui aidera les organismes publics à bien repérer et sélectionner les « occasions porteuses en IA »;
- a créé une cellule d'expertise en IA au sein du Centre québécois d'excellence numérique;
- a entamé le travail d'élaboration de pratiques exemplaires de collecte, de préparation et de gestion des données requises pour faire de l'IA;
- a commencé à recenser et documenter les cas types d'utilisation de l'IA dans les administrations publiques*.

Cela dit, l'implantation concrète de l'IA au sein de l'administration publique québécoise n'en est qu'à ses balbutiements. Peu de projets concrets de développement de l'IA ont, à ce jour, été entrepris par le gouvernement, notamment parce que les sommes requises pour leur démarrage ne sont pas disponibles. Pour corriger ce manquement, **le Conseil recommande au gouvernement du Québec de lancer dès maintenant le programme « IA pour le Québec » en mettant à la disposition des ministères, des organismes, des sociétés d'État et des municipalités, une enveloppe budgétaire d'envergure (voir l'encadré 31) dédiée à la planification et à la mise en œuvre responsables de projets en IA hautement stratégiques (RP-11).**

Les premiers acteurs admissibles au programme « IA pour le Québec » devraient être les acteurs gouvernementaux chargés de remplir les missions essentielles de l'État, qu'il s'agisse de soigner les malades, d'éduquer les enfants ou de lutter contre les changements climatiques. Pour en assurer l'acceptabilité et minimiser les risques associés au déploiement de l'IA, les projets devraient être réalisés dans le plein respect :

* Pour plus d'information, consulter l'état de situation rédigé dans le cadre de la Réflexion collective, [Le potentiel et les exigences de l'adoption de l'IA dans l'administration publique](#) - Le potentiel et les exigences de l'adoption de l'IA dans l'administration publique, en ligne.



- de la loi-cadre sur l'IA (voir chapitre 1 - Assurer la gouvernance agile de l'IA);
- de la Stratégie d'intégration et des outils qui y sont associés;
- des critères EEES;
- du plan d'action visant à assurer la participation des citoyens et des fonctionnaires aux efforts de conception et de développement de l'IA par l'État (ci-dessus).

Encadré 31 – Budget du programme IA pour le Québec

Le gouvernement fédéral américain a octroyé des contrats d'une valeur de 3,3 G\$ US pour le développement de systèmes d'IA en 2022¹⁸⁵. En tenant compte du taux de change et de la taille de la population québécoise, le gouvernement du Québec gagnerait à doter le programme « IA pour le Québec » d'une enveloppe minimale annuelle de 100 M\$ à 120 M\$.

Le programme « IA pour le Québec » devrait être combiné à des mesures visant à soutenir la mise en œuvre, par les municipalités québécoises, de projets de développement et de déploiement responsables de l'IA qui favoriseront l'atteinte d'objectifs importants pour leurs citoyens. Récemment, un [rapport produit par UN-Habitat](#)¹⁸⁶, un organisme relevant des Nations Unies, et des chercheurs québécois a en effet montré que le recours à l'IA peut rapporter aux villes tout en profitant à leurs citoyens. L'IA peut notamment servir à fluidifier la circulation et les déplacements, à améliorer la gestion de l'eau ou des déchets, à planifier l'aménagement urbain, à soutenir la tenue de consultations publiques ou à communiquer avec les citoyens nouvellement établis sur le territoire municipal.

Certaines villes du Québec ont déjà lancé des projets en IA ou considéré le démarrage de tels projets. Par exemple, Saint-Jean-sur-Richelieu recourt à un nouvel outil d'IA pour détecter automatiquement les trous et les fissures présents dans ses 650 kilomètres de chaussée¹⁸⁷. De son côté, Trois-Rivières a récemment mis en place un système d'IA pour prédire la qualité de l'eau d'une plage localisée à l'embouchure de la rivière Saint-Maurice et du fleuve Saint-Laurent et, ainsi, mieux gérer son ouverture ou sa fermeture¹⁸⁸. À l'été 2023, grâce à une subvention de 3 M\$ obtenue du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, la MRC de Thérèse-De Blainville et ses six municipalités ont lancé un appel à projets visant à tester le potentiel de l'IA en matière de gestion durable de l'eau, d'augmentation de l'efficacité énergétique et/ou de protection de l'environnement¹⁸⁹.

Le lancement d'un programme ciblé de soutien à l'adoption de l'IA par les villes québécoises aiderait donc celles-ci à accélérer l'expérimentation de cette technologie. Mais, surtout, il favoriserait le passage concret des municipalités du stade de l'expérimentation à celui du déploiement à grande échelle.



Encadré 32 – Recourir à une vitrine de l'IA inversée

Pour encourager le développement ou l'acquisition de système d'IA qui répondent aux besoins des Québécois, l'administration publique gagnera aussi à créer une vitrine de l'IA inversée. Cette méthode offrirait aux organismes publics la possibilité de proposer des défis concrets aux acteurs de la recherche universitaire, aux centres collégiaux de transfert technologique et aux entreprises, particulièrement aux jeunes pousses, de manière à susciter le développement de solutions d'IA prometteuses qui pourront être testées sur le terrain. Des mécanismes devraient être établis pour que les organismes publics participant au programme de vitrine inversée puissent continuer de faire affaire avec le concepteur d'un modèle ou d'un prototype si cela leur paraît souhaitable.

Ainsi, cette approche servirait à :

- attirer l'attention des acteurs de l'écosystème de l'IA sur l'existence de problèmes que l'administration publique québécoise cherche à résoudre;
- encourager le recours par les acteurs de la recherche et de l'industrie à des approches de développement responsable de l'IA;
- donner à ces acteurs une expérience et une visibilité qui favoriseraient leur rayonnement national et international;
- soutenir la pénétration de l'IA au sein de l'appareil gouvernemental québécois.



5.3. Doter l'administration publique de l'expertise dont elle a besoin en IA

L'IA est une technologie de pointe dont le développement et le déploiement efficaces et responsables par une organisation dépendent en très grande partie de la présence simultanée, dans cette organisation, de deux capacités :

- celle d'attirer et de fidéliser des sommités mondiales expertes en développement de systèmes d'IA, mais aussi en éthique, en philosophie, en droit, en santé, en éducation ou en foresterie;
- celle de transmettre de nouvelles compétences et de nouveaux savoir-faire à son personnel.

Ici comme ailleurs, différents facteurs limitent la capacité de l'administration publique à recruter les spécialistes de l'IA dont elle aurait besoin. D'abord l'argent. En effet, le gouvernement du Québec, comme d'autres gouvernements¹⁹⁰, a de la difficulté à offrir aux experts du numérique des salaires qui se rapprochent de ceux que les géants de l'IA, voire certaines PME, sont capables de payer : « Souvent, les salaires offerts par le gouvernement [...] ne sont pas concurrentiels par rapport à ceux du secteur privé. Il n'est pas rare de voir des salaires de départ de 150 000 \$ ou 200 000 \$ pour les récents diplômés de maîtrise et de doctorat en IA¹⁹¹ ».

Le manque de flexibilité des organismes publics en matière d'embauche peut aussi constituer un obstacle au recrutement. Par exemple, il n'est pas toujours facile pour les acteurs publics de pourvoir certains postes adéquatement. Cela est dû au fait que les compétences, les métiers et les titres d'emploi requis pour le développement et le déploiement de l'IA sont mal connus des responsables de ressources humaines et mal définis dans les instruments qu'ils sont appelés à appliquer. Il sera essentiel que le gouvernement québécois établisse de nouvelles modalités de dotation, en créant par exemple des catégories d'emploi qui tiennent compte des réalités numériques émergentes, ou en mettant en place des primes pour les personnes détenant une expertise clé en IA.

Cela dit, d'autres considérations pourront évidemment inciter certains experts en IA à travailler dans l'administration publique plutôt que dans le secteur privé. Celles-ci incluent le désir de nombreux jeunes – et moins jeunes – de s'attaquer à des défis sociétaux d'envergure pour améliorer la vie des gens. « Tout comme les entreprises technologiques du secteur privé attirent régulièrement les meilleurs talents avec la promesse de changer le monde, la mission [de l'État] peut et doit être présentée comme un point de différenciation¹⁹². » Il fait nul doute que l'administration publique augmentera le pouvoir d'attraction qu'elle exerce auprès des experts et de la relève de l'IA du Québec si elle procède, dans le cadre du programme « IA pour le Québec » (voir plus haut), au démarrage de projets d'envergure en IA.

L'accès à l'expertise en IA n'est cependant pas qu'une affaire d'embauche; il dépend aussi des efforts de formation d'une organisation. Comme le relèvent les auteurs de la Stratégie d'intégration, pour transformer l'administration publique grâce à l'IA, il faudra d'abord



développer l'expertise du personnel informatique des ministères, des organismes publics et des sociétés d'État. L'acquisition de ces nouvelles compétences est nécessaire afin que ces personnes assurent la gestion adéquate des données tout comme le développement et le déploiement responsables de systèmes d'IA efficaces. Il faudra ensuite que l'administration publique travaille au développement des compétences numériques des employés qui seront amenés à intégrer l'IA à leur travail. Enfin, il devra mettre en place des outils pour accompagner les employés dont le métier est appelé à être transformé¹⁹³. Il faudra accélérer la réalisation de ces travaux si l'État veut se positionner en leader mondial de l'IA.

Pour que l'administration publique tire le meilleur de cette technologie, il importera également de soutenir activement les dirigeants et les gestionnaires du secteur public qui, comme leurs vis-à-vis du secteur privé, manquent de connaissances sur l'IA, sur son potentiel et sur les risques associés à son utilisation. Les programmes de formation pour les dirigeants et les gestionnaires devront notamment les aider à développer et maintenir une expertise de base en IA qui leur permet :

- de comprendre et d'évaluer le potentiel de cette technologie dans leur secteur d'activité;
- de mettre en œuvre et gérer des projets en cette matière;
- de cerner les risques associés à l'utilisation de cette technologie et de les mitiger;
- d'aborder d'autres sujets importants, comme le droit de l'IA ou l'éthique de l'IA.

Puisque les défis liés à la gouvernance des données et à l'IA sont complexes, il est également recommandé d'encourager la création de comités dédiés à ces sujets particuliers dans les ministères, les organismes publics et les sociétés d'État qui ont l'ambition de s'approprier l'IA et de la mettre au service de leurs clientèles. Ces comités – qui pourraient relever de la direction ou du conseil d'administration, selon l'entité publique – s'assureraient que les dirigeants et les gestionnaires profitent de l'accompagnement d'experts sur les enjeux liés au développement et au déploiement responsables de l'IA, ou au numérique avancé, de même que ceux liés au fonctionnement du secteur public. De nombreux facteurs rendent nécessaire la mise en place d'une telle instance de gouvernance interne :

- l'importance des impacts positifs et négatifs que l'IA peut avoir sur une organisation, son personnel, les personnes qu'elle sert ou même l'environnement;
- la complexité des questions que le recours à l'IA soulève sur le plan de l'éthique, du droit, du respect de la vie privée ou de la sécurité;
- les doutes que l'IA inspire actuellement chez le public et parmi les employés de l'État;
- le nécessaire arrimage de l'organisme qui adopte l'IA avec la réglementation en vigueur ou celle à venir;
- la difficulté de réunir les ressources nécessaires au succès des projets en IA¹⁹⁴.

En somme, le Conseil encourage le gouvernement du Québec à accélérer substantiellement la réalisation du chantier visant à rehausser les compétences numériques des employés de l'administration publique, de même que celui de la mise en œuvre de stratégies touchant le recrutement, la formation, la requalification et l'accompagnement des employés de l'État (RC-25).



Recommandations complémentaires du Chapitre 5

Recommandation complémentaire 20 | Renforcer rapidement le cadre de gouvernance de l'IA dont s'est dotée l'administration publique québécoise et accélérer sa mise en œuvre.

Recommandation complémentaire 21 | Créer un registre public des systèmes d'IA déployés dans l'administration publique.

Recommandation complémentaire 22 | Mettre en place l'équivalent de la directive fédérale sur la prise de décisions automatisée et de l'outil fédéral d'évaluation de l'incidence algorithmique, tout en élargissant la portée afin qu'ils touchent l'ensemble des systèmes d'IA déployés dans l'administration publique québécoise, dont ceux utilisés pour communiquer avec la population.

Recommandation complémentaire 23 | Développer et adopter un plan d'action visant à assurer la participation des citoyens et des fonctionnaires aux efforts de conception, de développement, de déploiement et d'évaluation des systèmes d'IA susceptibles de les affecter ou d'avoir une incidence sur leur travail.

Recommandation complémentaire 24 | Définir des critères de responsabilité rigoureux – environnementaux, économiques, éthiques, légaux et sociétaux – quant au développement et au déploiement de l'IA qui seraient intégrés à même les appels d'offres et les programmes gouvernementaux de soutien à la recherche scientifique et aux travaux de R-D des entreprises.

Recommandation complémentaire 25 | Accélérer substantiellement la réalisation du chantier visant à rehausser les compétences numériques des employés de l'administration publique, de même que celui de la mise en œuvre de stratégies touchant le recrutement, la formation, la requalification et l'accompagnement des employés de l'État.



6. CONCLUSION : Poursuivre le travail

La démarche supervisée par le Conseil a mobilisé les forces vives de l'écosystème québécois de l'IA pendant plusieurs mois. Mais le travail ne fait que commencer. Plusieurs des recommandations du présent rapport nécessiteront d'entamer des réflexions ou d'entreprendre des actions qui se poursuivront tout au long de 2024, voire durant plusieurs années.

Il est crucial que l'élan qu'ont insufflé les consultations menées par le Conseil se poursuive. Il est aussi important que plusieurs des pistes d'encadrement recommandées dans ce document soient explorées à court terme, sans attendre que l'ensemble du cadre de gouvernance de l'IA proposé soit mis sur pied. **Le Conseil recommande par conséquent au gouvernement de créer sans délai un comité de pilotage transitoire sur la gouvernance de l'IA afin de poursuivre les travaux visant à encadrer adéquatement l'IA et mettre en place les conditions propices à l'intégration réussie de l'IA dans la société québécoise (RP-12).**

La création de ce comité devrait s'effectuer dans les trois mois qui suivent le dépôt du présent rapport. Il aurait pour mission principale le développement d'un plan d'action qui cernerait les acteurs appelés à jouer un rôle clé dans la mise en œuvre des recommandations prioritaires et complémentaires dudit rapport, et qui définirait un calendrier de réalisation.

Pour s'acquitter de cette mission, le comité de pilotage pourrait notamment :

- effectuer une veille nationale et internationale sur les tendances en IA, dont celles en matière d'encadrement;
- déterminer et porter à l'attention du gouvernement du Québec les questions les plus pressantes relatives à l'IA et à son encadrement;
- publier des documents d'orientation décrivant les pratiques exemplaires à mettre en œuvre en IA;
- appuyer les parlementaires et le gouvernement du Québec dans l'élaboration du cadre de gouvernance de l'IA;
- mobiliser l'ensemble des parties prenantes concernées par la création et la mise en œuvre du cadre québécois de gouvernance de l'IA.

Le mandat du comité de pilotage serait à durée déterminée. Composé d'experts de l'IA, de représentants d'entreprises et de la société civile ainsi que de fonctionnaires et de membres d'organismes réglementaires (p. ex. : AMF), le comité de pilotage constituerait la version « bêta » de l'entité de gouvernance, à laquelle le Conseil recommande de déléguer divers pouvoirs de surveillance et de contrôle. Entre autres choses, elle devrait œuvrer en réseau, fonctionner de manière agile et mettre en œuvre des processus de travail itératif.



Recommandation principale 12 | Créer sans délai un comité de pilotage transitoire sur la gouvernance de l'IA afin de poursuivre les travaux visant à encadrer adéquatement l'IA et mettre en place les conditions propices à l'intégration réussie de l'IA dans la société québécoise.

En terminant, comme le soulignait récemment dans un [article](#) le professeur Yoshua Bengio, pour faire avancer l'IA de manière responsable et sûre, il sera nécessaire :

- de continuer à investir dans la création d'applications novatrices qui rapporteront dans des secteurs clés, comme l'éducation ou la santé;
- d'intensifier les travaux sur le développement et le déploiement responsables et sûrs de l'IA;
- de retirer la responsabilité de l'évolution de l'IA des mains de grands dirigeants technologiques non élus pour la confier à des organes démocratiques de gouvernance;
- de mettre en place des processus pour évaluer et surveiller les progrès réalisés par l'IA et ses impacts.

Le présent rapport aborde en détail ces concepts, dont il souligne la pertinence et l'applicabilité. Il avance une idée formulée par Yoshua Bengio qui devrait, selon nous, guider les actions du Québec dans les années et les décennies à venir : à condition de bien faire les choses, « nous n'avons pas à choisir. Nous pouvons avoir des progrès en IA et la sécurité et la participation démocratique¹⁹⁵ ».



ANNEXES

I. Liste des recommandations prioritaires et complémentaires

	Recommandations principales	Recommandations complémentaires
Encadrer l'IA et assurer une gouvernance agile	RP-1 RP-2	RC-1 RC-2 RC-3 RC-4
Anticiper les changements induits par l'IA et y adapter les institutions québécoises	RP-3	RC-5 RC-6 RC-7 RC-8 RC-9 RC-10 RC-11 RC-12
Former la nation afin que tous les Québécois profitent de l'IA et pour favoriser une adoption responsable de l'IA	RP-4 RP-5	RC-13 RC-14 RC-15
Propulser la R-D en IA et faire de nos chercheurs et entrepreneurs des leaders responsables de l'IA	RP-6 RP-7 RP-8 RP-9 RP-10	RC-16 RC-17 RC-18 RC-19
Faire preuve d'ambition et positionner l'État québécois en leader et modèle dans le domaine de l'IA	RP-11	RC-20 RC-21 RC-22 RC-23 RC-24 RC-25
Poursuivre le travail	RP-12	



Encadrer l'IA et assurer une gouvernance agile

RECOMMANDATIONS PRINCIPALES

RP-1	Lancer sans tarder les travaux qui mèneront à l'adoption d'une loi-cadre spécifiquement dédiée à encadrer le développement et le déploiement de l'IA dans la société.
RP-2	Déléguer la responsabilité d'assurer l'application de la loi-cadre, ainsi que le pouvoir de recommander et d'élaborer des règlements relatifs à sa mise en œuvre, à une autorité indépendante du pouvoir exécutif.

Recommandations complémentaires

- RC-1** Viser l'atteinte des objectifs suivants dans l'élaboration du cadre de gouvernance de l'IA afin de favoriser son efficacité et son acceptabilité sociale.
- Assurer l'ancrage démocratique du cadre de gouvernance de l'IA.
 - Accorder la primauté à la protection des Québécois et de leurs collectivités.
 - Favoriser l'innovation responsable dans le domaine de l'IA.
 - Gouverner en réseau, avec agilité.
- RC-2** Instituer le principe de transparence comme l'un des principes directeurs de la loi-cadre sur l'IA du Québec.
- RC-3** Créer une instance de discussion qui permettra aux acteurs de l'écosystème de l'IA, aux organismes de réglementation et à la société civile d'entreprendre un dialogue continu sur l'IA, lequel pourrait être animé par la nouvelle autorité indépendante.
- RC-4** Concevoir une formation qui permet aux acteurs gouvernementaux provinciaux et municipaux et au personnel des organismes de réglementation concernés de prendre de meilleures décisions en matière d'encadrement de l'IA.



Anticiper les changements induits par l'IA et y adapter les institutions québécoises

RECOMMANDATIONS PRINCIPALES

RP-3 Lancer rapidement un chantier de révision et de modernisation du droit du travail et des politiques sociales pour s'assurer qu'ils tiennent compte de l'évolution technologique rapide de l'IA.

Recommandations complémentaires

RC-5 Mettre en œuvre les recommandations du récent rapport de la CEST intitulé La gestion algorithmique de la main-d'œuvre : analyse des enjeux éthiques.

RC-6 Donner à la Commission des partenaires du marché du travail (CPMT) le mandat de faire de son pôle d'expertise sur la transition numérique un lieu de concertation démocratique et multipartite qui sera notamment consacré à :

- l'évaluation des impacts positifs et négatifs de l'IA sur le travail et l'emploi;
- l'élaboration de stratégies pour en maximiser les avantages et en minimiser les inconvénients pour les travailleurs;
- la création et la diffusion d'outils de soutien à l'utilisation responsable de l'IA dans les organisations et les milieux de travail.

RC-7 Renforcer la capacité d'Élections Québec à :

- étudier les impacts de l'IA sur l'intégrité du processus électoral québécois et sur la participation des citoyens aux élections;
- protéger la vitalité de la démocratie québécoise contre les effets néfastes de certains usages de l'IA;
- explorer comment l'IA pourrait éventuellement servir à bonifier et soutenir la délibération démocratique;
- mettre sur pied un comité interdisciplinaire pour appuyer cet organisme public dans ses travaux.

RC-8 Activer l'ensemble des leviers à la disposition du gouvernement, notamment législatifs, pour améliorer la découvrabilité des contenus culturels francophones et autochtones sur les grandes plateformes de diffusion.



- RC-9** Collaborer étroitement avec le gouvernement fédéral pour accélérer la modernisation du droit d'auteur afin, notamment, d'empêcher l'incorporation et l'utilisation du travail, de l'image et de la voix des artistes et des travailleurs de la culture, sans leur consentement, dans les modèles d'IA générative.
- RC-10** Encourager la recherche sur l'analyse des impacts environnementaux des systèmes d'IA à tous les stades de leur cycle de vie, de même que les travaux sur l'IA frugale.
- RC-11** Mettre en œuvre une stratégie cohérente pour appuyer les travaux internationaux de développement de méthodes d'évaluation et d'indicateurs de mesure de l'empreinte environnementale des systèmes d'IA, encourager la participation des acteurs québécois à ces efforts et soutenir la diffusion de pratiques exemplaires en la matière.
- RC-12** Soutenir la capacité des organisations québécoises à déceler et saisir les différentes possibilités qu'offre l'émergence de l'IA sur le plan environnemental, de même qu'à évaluer et réduire les impacts environnementaux des systèmes d'IA qu'elles développent ou utilisent.

Former la nation afin que tous les Québécois profitent de l'IA et pour favoriser une adoption responsable de l'IA

RECOMMANDATIONS PRINCIPALES

RP-4	S'assurer de l'adaptation, dans les meilleurs délais, des programmes d'enseignement de la maternelle à l'université, pour que ceux-ci permettent de renforcer la littératie numérique et la littératie en IA des enfants, des élèves et des étudiants, notamment afin d'accroître leur capacité à utiliser l'IA efficacement, et à exercer leur pensée critique à son égard.
RP-5	Mettre rapidement en place un programme de formation des formateurs qui permet aux organismes d'intermédiation du Québec, aux centres collégiaux de transfert technologique (CCTT), aux ordres professionnels ou à d'autres acteurs de ce genre de disposer des ressources humaines dont ils ont besoin pour accélérer la mise à niveau des connaissances en IA des travailleurs et des organisations du Québec.



Recommandations complémentaires

- RC-13** Soutenir l'élaboration d'un référentiel de compétences en IA, d'une part, puis sa déclinaison en référentiels de compétences sectoriels, d'autre part, afin que différents acteurs puissent l'utiliser pour développer des formations scolaires, postsecondaires et professionnelles adaptées à leurs besoins.
- RC-14** S'assurer que la nouvelle version de la Politique gouvernementale d'éducation des adultes et de formation continue vise explicitement à augmenter la littératie numérique et en IA, et aborde de front les enjeux liés au déploiement du numérique et de l'IA dans les milieux de vie et de travail.
- RC-15** Soutenir la réalisation, tout comme la mise à jour continue, d'une cartographie de l'offre de formations académiques et professionnelles sur le numérique et l'IA, et diffuser publiquement le produit de cet effort.

Propulser la R-D en IA et faire de nos chercheurs et entrepreneurs des leaders responsables de l'IA

RECOMMANDATIONS PRINCIPALES

RP-6	Assurer l'excellence du réseau de recherche québécois en IA en investissant de manière significative dans des travaux de recherche, spécialement en sciences humaines et sociales, et de mobilisation des connaissances de qualité dans les divers domaines de l'IA, notamment en ce qui a trait à la sûreté de l'IA, à ses impacts sociétaux et aux conditions du succès de son adoption dans la société.
RP-7	Offrir un soutien accru pour aider les entreprises à se distinguer dans le marché émergent du développement <i>responsable</i> de l'IA afin de leur permettre de développer et de commercialiser des outils (logiciels, méthodologies ou cadres d'évaluation) qui serviront spécifiquement à : encadrer le fonctionnement de l'IA; accroître la sûreté et la fiabilité de cette technologie; évaluer la robustesse ou la qualité des produits et services propulsés par l'IA; certifier les systèmes d'IA conçus par les entreprises, etc.



RP-8	Augmenter la puissance de calcul à laquelle les acteurs de l'écosystème québécois de l'IA ont accès, en appuyant les acteurs locaux qui développent le réseau d'infrastructures québécoises, et en soutenant activement la création d'un organisme de collaboration international dédié à la recherche en IA – un « CERN » de l'IA –, dont l'un des chapitres serait installé au Québec.
RP-9	Soutenir le développement d'une banque de données culturelles québécoise de haute qualité, en français et en langues autochtones.
RP-10	Élaborer une véritable stratégie nationale pour valoriser les données numériques du privé, de la recherche, de l'administration publique et de la société civile afin de favoriser le partage des données entre ces secteurs.

Recommandations complémentaires

- RC-16** Soutenir de manière proactive l'apprentissage de connaissances interdisciplinaires et intersectorielles en IA chez les enseignants, les chercheurs et les étudiants des collèges et des universités du Québec.
- RC-17** Favoriser la collaboration entre les acteurs académiques de l'IA, particulièrement les chercheurs en sciences humaines et sociales, et les acteurs non académiques de l'IA, notamment les entreprises et les organismes publics, afin d'encourager les travaux de recherche arrimés à la réalité du terrain et aux priorités de la société québécoise.
- RC-18** Se servir des stratégies, programmes et autres initiatives gouvernementales comme levier pour accélérer le virage numérique des organisations québécoises, en particulier pour promouvoir activement, auprès de celles-ci, l'adoption de pratiques exemplaires et éthiques de production, de collecte et de traitement des données, une condition de base au développement et à l'utilisation responsables de l'IA.
- RC-19** Élaborer et mettre en œuvre une stratégie cohérente de participation du Québec aux travaux canadiens et internationaux sur l'encadrement et la normalisation de l'IA, et une stratégie de diffusion et d'opérationnalisation des résultats de ces travaux au profit des organisations.



Faire preuve d'ambition et positionner l'État québécois en leader et modèle dans le domaine de l'IA

RECOMMANDATIONS PRINCIPALES

RP-11	Lancer dès maintenant le programme « IA pour le Québec » en mettant à la disposition des ministères, des organismes publics, des sociétés d'État et des municipalités, une enveloppe budgétaire d'envergure dédiée à la planification et à la mise en œuvre responsables de projets en IA hautement stratégiques.
--------------	---

Recommandations complémentaires

- RC-20** Renforcer rapidement le cadre de gouvernance de l'IA dont s'est dotée l'administration publique québécoise et accélérer sa mise en œuvre.
- RC-21** Créer un registre public des systèmes d'IA déployés dans l'administration publique.
- RC-22** Mettre en place l'équivalent de la directive fédérale sur la prise de décisions automatisée et de l'outil fédéral d'évaluation de l'incidence algorithmique, tout en en élargissant la portée afin qu'ils touchent l'ensemble des systèmes d'IA déployés dans l'administration publique québécoise, dont ceux utilisés pour communiquer avec la population.
- RC-23** Développer et adopter un plan d'action visant à assurer la participation des citoyens et des fonctionnaires aux efforts de conception, de développement, de déploiement et d'évaluation des systèmes d'IA susceptibles de les affecter ou d'avoir une incidence sur leur travail.
- RC-24** Définir des critères de responsabilité rigoureux – environnementaux, économiques, éthiques, légaux et sociétaux – quant au développement et au déploiement de l'IA qui seraient intégrés à même les appels d'offres et les programmes gouvernementaux de soutien à la recherche scientifique et aux travaux de R-D des entreprises.
- RC-25** Accélérer substantiellement la réalisation du chantier visant à rehausser les compétences numériques des employés de l'administration publique, de même



que celui de la mise en œuvre de stratégies touchant le recrutement, la formation, la requalification et l'accompagnement des employés de l'État.

Poursuivre le travail

RECOMMANDATIONS PRINCIPALES

RP-12	Créer sans délai un comité de pilotage transitoire sur la gouvernance de l'IA afin de poursuivre les travaux visant à encadrer adéquatement l'IA et mettre en place les conditions propices à l'intégration réussie de l'IA dans la société québécoise.
--------------	---



II. Quelques exemples et cas d'utilisation qui illustrent les promesses de l'IA

Accélérer la découverte de molécules et de matériaux

Il y a un an à peine, AlphaFold, un système d'IA conçu par l'entreprise britannique DeepMind, « prédisait » d'un seul coup la structure tridimensionnelle de 99 % des quelque 20 000 protéines du corps humain. Il faut savoir qu'avant 2022, les chercheurs, au prix de travaux longs et coûteux, avaient seulement su déterminer la structure et la conformation de 17 % de ces protéines. Il fait nul doute que cette découverte extraordinaire ouvrira la voie à des avancées majeures. Elle permettra certainement de développer de nouveaux médicaments, d'améliorer notre compréhension de nombreuses maladies et d'aider à la conception de protéines dotées de fonctions spécifiques¹⁹⁶.

Le potentiel de l'IA pour la découverte de nouveaux matériaux s'annonce aussi énorme*. C'est notamment le cas dans le secteur du transport. En utilisant l'IA, une équipe de chercheurs de l'université Carnegie Mellon a récemment réussi à créer une solution électrolytique grâce à laquelle les batteries d'auto pourront se recharger plus vite¹⁹⁷. La jeune pousse américaine Chemix a, quant à elle, recouru à l'IA pour élaborer des batteries de vélo sans nickel ni cobalt, le premier étant un minéral dont l'extraction est dommageable pour l'environnement et pourrait augmenter de quarante fois en raison de la multiplication des véhicules électriques, et le second, un métal cancérigène¹⁹⁸.

Améliorer les diagnostics et personnaliser les soins de santé

L'utilisation de l'IA permet de détecter les maladies plus tôt et plus vite que par le passé. Par exemple, l'application SkinIO peut diagnostiquer un possible cancer de la peau à partir de photos que lui transmet le patient¹⁹⁹. De son côté, le gouvernement québécois explore la possibilité de lancer un programme de télédepistage systématique de la rétinopathie diabétique, une détérioration des vaisseaux sanguins de la rétine qui affecte quatre diabétiques de type 2 sur cinq. Le recours à l'IA « favoriserait la détection et la prise en charge précoces de [cette] maladie et pourrait être une option à considérer afin de pallier le manque de ressources médicales spécialisées²⁰⁰ » en augmentant la pertinence des cas vus par les spécialistes.

En personnalisant les traitements, l'IA participe en outre à améliorer la qualité de vie des patients. Par exemple, certains algorithmes sont capables d'adapter les doses de médicament prescrites à une personne en analysant son dossier médical, ses habitudes de vie ou encore son profil génomique²⁰¹. L'efficacité des traitements est améliorée, et les

* La création de nouveaux antibiotiques à l'aide de l'IA constitue l'une des priorités du programme IAR3 que poursuit IVADO, un consortium de recherche québécois, depuis 2023.



effets secondaires, minimisés. Grâce à l'IA, il est par ailleurs possible d'optimiser les processus des organisations et de réduire les temps d'attente. En Suisse, la solution CALYPS Saniia est ainsi capable d'anticiper l'afflux de patients dans les services d'urgences avec une précision de 90 %²⁰².

Accroître la productivité des entreprises

Dans le secteur des services, les applications de reconnaissance vocale et de traitement d'images sont déjà répandues. L'utilisation d'outils d'IA générative, comme ChatGPT, promet d'accroître encore davantage la productivité du personnel. Une récente étude révèle qu'en recourant à des bases de connaissances propulsées par l'IA générative, les employés du service à la clientèle d'une grande entreprise ont pu augmenter de 35 % le nombre d'appels gérés chaque heure avec succès²⁰³.

Dans le secteur manufacturier, l'IA permet aux entreprises de rationaliser des processus clés, dont la maintenance prédictive, de rehausser leur productivité et de composer avec les difficultés de recrutement auxquels elles sont de plus en plus confrontées. L'entreprise Patates Dolbec, qui produit, emballe et distribue 50 millions de kilos de pommes de terre par année, a intégré l'IA à sa chaîne de production pour faire le tri automatisé de ses récoltes avec un taux d'erreur (p. ex. : rejet de pommes de terre saines) de seulement 5 %. En outre, dans le secteur primaire, l'IA permet notamment d'accélérer le repérage des ressources. L'entreprise Goldspot Discoveries a, par exemple, réussi à prédire 86 % des gisements d'or d'Abitibi en analysant les données géologiques et topographiques relatives à 4 % du territoire de la région²⁰⁴.

Personnaliser la formation

Grâce à l'IA éducative, des fournisseurs de services de formation ont commencé à concevoir des parcours d'apprentissage sur mesure. Ces parcours tiennent compte des forces, des faiblesses et des préférences particulières de chaque apprenant. Chacun peut ainsi obtenir une rétroaction automatisée et personnalisée sur sa performance, ce qui lui permet de connaître les domaines dans lesquels il doit s'améliorer, puis d'ajuster ses stratégies d'apprentissage en conséquence²⁰⁵. Duolingo, une application d'apprentissage des langues comme l'anglais ou l'espagnol, est un exemple connu d'IA éducative. D'autres plateformes utilisent aussi l'IA pour soutenir les apprenants. Dans un article du *Courrier de l'UNESCO*, le fondateur de la Khan Academy, un OSBL qui propose des cours gratuits en ligne, note ceci : « Je vois Khanmigo [un assistant pédagogique reposant sur l'IA] comme un outil supplémentaire, mais particulièrement puissant. Dans sa formule actuelle, il fonctionne très bien avec les élèves curieux, désireux de combler leurs lacunes. Mais j'espère qu'il aidera aussi les élèves démotivés à redéfinir leurs objectifs et à les atteindre²⁰⁶ ».



Réduire les émissions de gaz à effet de serre

On estime que d'ici 2030, l'IA et d'autres technologies pourraient aider à contrer le réchauffement du climat²⁰⁷. Dans le secteur immobilier, l'entreprise québécoise BrainBox AI produit des systèmes qui permettent de réduire de 10 à 30 % la consommation d'énergie des édifices gérés par ses clients, augmentant du même coup la durée de vie des équipements de chauffage et de climatisation, tout en haussant le niveau de confort des locataires de 60 %²⁰⁸. Dans le secteur des transports, IVADO Labs aide l'entreprise Cascades à développer des algorithmes qui permettent au producteur de produits d'emballage de définir les itinéraires que ses camions devraient suivre pour minimiser le nombre de kilomètres où ils roulent à vide. Dans le domaine forestier, l'université de Copenhague et la NASA ont développé un système d'IA pour déterminer le nombre d'arbres présents sur un territoire donné, mesurer la quantité de carbone qui y est stocké et proposer les approches de coupe et de plantation qui favoriseront une absorption optimale des émissions de CO₂²⁰⁹.

Permettre une agriculture de précision

En agriculture, l'IA améliore l'efficacité de la production. Grâce à des drones qui observent et analysent les cultures à distance, la ferme biologique Agri-Fusion est capable d'estimer le rendement de ses sols 90 % plus rapidement que lorsqu'elle n'utilise pas cette technologie²¹⁰. L'IA sert aussi à prédire les besoins en eau d'une plantation et à éviter le gaspillage. En croisant les informations qu'ils recueillent (automatiquement) sur le terrain avec les dernières données météorologiques, les agriculteurs peuvent mieux se préparer à de fortes précipitations ou à une sécheresse²¹¹. Les Pays-Bas, qui ont massivement déployé l'IA dans leur modèle agricole, utilisent ainsi quinze fois moins d'eau que les États-Unis et trente fois moins que la Chine pour produire la même quantité de fruits et de légumes²¹².

Accroître l'autonomie des personnes en situation de handicap

Les technologies de reconnaissance vocale et de traitement du langage naturel alimentées par l'IA offrent des avantages marqués pour les personnes malentendantes. Par exemple, les services de transcription pilotés par l'IA permettent la conversion en temps réel de la parole en texte écrit. L'entreprise Be My Eyes a créé une technologie permettant de décrire l'environnement à une personne aveugle ou malvoyante pour l'aider à se déplacer dans l'espace et à percevoir les objets qui se trouvent sur son chemin²¹³. Il y a aussi de grands espoirs pour les cas de personnes gravement accidentées : en 2023, un jeune Néerlandais paraplégique a ainsi retrouvé l'usage de ses jambes grâce à une nouvelle méthode utilisant l'IA. Concrètement, des implants ont été insérés dans son crâne et sa moelle épinière pour stimuler ses vertèbres grâce aux prédictions de mouvement que l'IA décode en temps réel²¹⁴.



Améliorer la mobilité

L'IA jouera un rôle majeur dans l'amélioration des transports et le développement de nouvelles stratégies de soutien à la mobilité. Par exemple, l'application française Geovelo s'appuie sur l'apprentissage automatique pour, entre autres, mesurer et analyser les déplacements à vélo effectués dans une ville afin que les municipalités puissent apporter des améliorations sur certains axes pour les fluidifier et les sécuriser²¹⁵. À Londres, l'Institut Alan Turing a mis en place un système de feux de circulation dont le comportement dépend de paramètres comme le nombre de véhicules qui traversent une intersection et leur vitesse. Grâce à ce système, le temps d'attente aux feux a chuté de moitié²¹⁶.



III. Quelques exemples des risques que comportent les systèmes d'IA

Bouleversements du marché du travail

Il est généralement admis que, même si elle produira de nouveaux emplois, la montée de l'IA perturbera fortement le marché du travail. Selon le Forum économique mondial, 2 % des emplois de la planète seraient ainsi menacés de disparaître d'ici 2027²¹⁷. Un récent rapport de l'Organisation mondiale du travail²¹⁸ révèle également que dans les pays à revenu élevé, comme le Canada, près de 5,5 % des emplois seraient potentiellement affectés par l'IA.

L'IA ne touchera pas tous les travailleurs, et pas de la même façon. Ainsi, les femmes devraient être plus touchées par l'automatisation que les hommes, en raison de leur forte concentration dans certains types d'emploi, comme les emplois de bureau, en particulier dans les pays à revenu élevé ou intermédiaire²¹⁹. Cela dit, l'IA, particulièrement l'IA générative, devrait impacter certaines catégories de personnes que l'on croyait autrefois à l'abri de technologies avancées, comme les artistes²²⁰.

Prise de décisions biaisées et discriminatoires

Étant donné la présence de lacunes dans les données utilisées pour produire des algorithmes, on constate souvent la présence de préjugés sexistes, racistes ou sociaux dans les réponses ou les prédictions qu'émettent les systèmes d'IA. En raison de leurs limitations techniques, ces systèmes sont aussi incapables de raisonner et de discerner des concepts clés, comme ceux de corrélation et de causalité (p. ex. : incapacité à comprendre qu'en été, l'augmentation des noyades n'a aucun lien de cause à effet avec l'augmentation de la consommation de crème glacée), ni de faire preuve de « gros bon sens » (p. ex. : incapacité de comprendre que, dans la phrase « La poupée n'entraîne pas dans la boîte parce qu'elle était trop petite », le pronom « elle » désigne la boîte et non la poupée).

Les conséquences de ces lacunes ou limitations ont parfois des effets graves. En 2020, aux Pays-Bas, un scandale a éclaté après que l'administration fiscale eut utilisé un algorithme pour détecter les demandes frauduleuses de prestations familiales. En se basant sur des critères inadéquats, le système SyRI a accusé à tort de fraude des dizaines de milliers de familles, en particulier des familles d'immigrants et/ou à faibles revenus²²¹. Par ailleurs, des chercheurs ont établi que les systèmes d'IA qui servent à prédire quand et où un crime sera perpétré incitent souvent les policiers à cibler indûment les minorités et les habitants des quartiers pauvres, « car la logique de ces logiciels reproduit et confirme, voire renforce, les préjugés qui pouvaient exister dans les bases de données utilisées pour mettre ces outils au point²²² ».



Risques pour la vie privée et la propriété intellectuelle

Pour fonctionner, l'IA doit être alimentée par une quantité massive de données numériques, lesquelles incluent souvent les renseignements personnels des utilisateurs. La collecte de ces données, leur stockage et le fonctionnement des systèmes qui y recourent présentent souvent des risques majeurs en matière de respect de la vie privée. Par exemple, pour développer ChatGPT, l'entreprise OpenAI a amassé d'énormes quantités de données en ligne, notamment de données personnelles, une pratique qui a amené l'Italie à bloquer temporairement l'accès à cette application²²³. Pour commercialiser le générateur d'images DALL-E, la même entreprise a collecté des données culturelles, comme des images, sans le consentement des artistes qui les avaient créées²²⁴. Pour créer un outil de reconnaissance faciale dédié à la surveillance policière, la société Clearview AI a recueilli des données biométriques en ligne, notamment des photos d'enfants, sans le consentement de leurs propriétaires*. Enfin, le stockage de données par les acteurs en IA de certains secteurs, comme celui de la santé, expose souvent les utilisateurs à des risques majeurs, comme ceux de leur exploitation ou de leur dévoilement après une cyberattaque.

Concentration du pouvoir

La production de l'IA repose sur la collecte de grandes quantités de données, la présence d'infrastructures de calcul coûteuses, le recrutement de ressources humaines hautement qualifiées, etc. Cela explique qu'une poignée de grandes entreprises technologiques occidentales – comme Apple, Google, Meta, Microsoft ou Amazon – dominant actuellement le marché de l'IA²²⁵. En 2023, Google et Amazon étaient d'ailleurs poursuivis par les régulateurs publics pour concurrence déloyale²²⁶. En plus de limiter l'innovation sur le marché, cette concentration du pouvoir soulève des enjeux démocratiques. En effet, des acteurs comme Meta (Facebook), Google (YouTube), X (anciennement Twitter) et plusieurs autres influent fortement sur les contenus que leurs clients et utilisateurs visionnent²²⁷. Cela constitue un enjeu majeur quand on sait que 46 % des 18-34 ans ont les médias sociaux comme principale source d'information²²⁸.

Manipulation individuelle et collective

Les nouvelles IA génératives, qui produisent des textes ou des images factices, participent à diffuser de fausses informations en ligne. Le clonage de la voix, les hypertrucages ou les fausses photos générées par IA sont les techniques les plus répandues de désinformation par l'IA. Pire, il est désormais extrêmement facile de produire de fausses nouvelles : en 2023, un chercheur de l'UQAM a eu à dépenser seulement deux dollars pour pouvoir créer en deux

* L'entreprise estimait que cette pratique était légale. Les commissaires à la protection de la vie privée du Canada ont pour leur part écrit que « la collecte d'informations biométriques auprès de milliards de personnes, sans leur consentement explicite, porte atteinte à leur attente raisonnable de respect de la vie privée. » Voir [Clearview AI a violé la vie privée des Canadiens avec « une surveillance de masse » | Radio-Canada](#).



heures un faux site d'actualité relayant de fausses nouvelles²²⁹. Si elles se retrouvent entre de mauvaises mains, comme des groupes terroristes ou des régimes totalitaires, les IA génératives peuvent servir à mener des campagnes de propagande et à manipuler l'opinion publique à grande échelle. Les systèmes comme ChatGPT peuvent aussi influencer les utilisateurs en tenant des opinions arrêtées sur les questions qu'on leur demande d'aborder²³⁰. Enfin, le recours à l'IA par X ou Facebook leur permet de sélectionner les informations à présenter aux internautes en fonction de leurs habitudes, ce qui peut contribuer à enfermer ces derniers dans leurs propres certitudes et systèmes de valeurs. Cela a pour effet de polariser l'opinion publique et peut même influencer le résultat des élections.

Cybersécurité

Ces dernières années, l'IA a permis aux pirates de développer des techniques de cyberattaque plus sophistiquées, qui leur permettent de contourner les mesures de sécurité mises en place dans les organisations. Grâce à ChatGPT, il est par exemple possible de générer des logiciels de surveillance indétectables²³¹. La collecte massive de données et leur stockage, qui sont nécessaires au fonctionnement des systèmes d'IA, exposent davantage les utilisateurs et les entreprises à des risques comme les failles de sécurité et les fuites de données. Une étude publiée en 2023 estime que 93 % des travailleurs qui utilisent des agents conversationnels, dont ChatGPT, y partagent potentiellement des informations confidentielles²³². Par exemple, en 2023, trois employés de Samsung ont partagé des secrets d'entreprises avec l'outil, et ce, de façon indépendante²³³. ChatGPT a d'ailleurs connu un important dysfonctionnement en mars de la même année, ce qui a potentiellement exposé les données personnelles de ses utilisateurs, incluant des informations de paiement²³⁴. Les véhicules autonomes propulsés par IA sont également vulnérables aux cyberattaques, ce qui pose d'importants risques pour la sécurité routière. Cela a d'ailleurs poussé l'Union européenne à se pencher sur cette question²³⁵.

Fracture numérique

Le déploiement rapide de l'IA risque d'accentuer le phénomène de la fracture numérique, dont le fossé qui en découle est particulièrement visible en éducation. Par exemple, les étudiants qui n'ont pas accès à une connexion internet rapide et à des plateformes d'apprentissage adaptatif basées sur l'IA ne peuvent pas suivre le rythme des étudiants qui y ont accès²³⁶. Cela peut affecter leur performance académique et leur employabilité²³⁷. Le niveau de compétence nécessaire pour interagir efficacement avec ces nouveaux outils et maîtriser leur utilisation risque aussi de laisser de côté une part importante de la population²³⁸.

De la même façon, les pays ou régions qui ne disposent pas des ressources, compétences et infrastructures nécessaires au déploiement de l'IA peuvent être désavantagés sur le plan de la compétitivité et de la croissance économique²³⁹. Enfin, les outils d'IA fonctionnent souvent en anglais ou dans un nombre limité de langues. Beaucoup ne sont par exemple pas



disponibles en français, ou sont moins performantes dans cette langue qu'en anglais. Cela peut limiter l'accès aux informations et aux services fournis par l'IA pour les locuteurs de langues que les développeurs ne prennent pas assez en compte et, donc, les désavantager.

Risques existentiels pour l'humanité

En raison de la rapidité avec laquelle l'IA se développe, certains experts craignent finalement que l'IA n'en vienne un jour à menacer l'existence même de l'humanité. Des sommités de l'apprentissage automatique comme Yoshua Bengio redoutent, à terme, le développement d'une « IA générale* » qui, à cause de sa puissance[†], du mauvais alignement de ses valeurs avec celles de ses créateurs et de sa quête d'autonomie[‡], en viendrait, accidentellement ou délibérément, à provoquer l'anéantissement de l'espèce humaine ou sa réduction à l'esclavage. Ces leaders demandent aux États d'intervenir avec vigueur pour éviter qu'un tel scénario ne se produise, notamment en augmentant significativement les investissements pour la sûreté de l'IA²⁴⁰. Les impacts environnementaux de l'IA contribuent aussi à l'augmentation du risque existentiel que l'IA pose pour l'humanité.

* Une IA générale, selon Wikipédia, est « capable d'effectuer ou d'apprendre pratiquement n'importe quelle [tâche cognitive](#) propre aux humains ou autres animaux ».

[†] En 2022, un système d'IA utilisé pour la découverte de médicaments a été placé en mode « malveillant » par ses utilisateurs. En six heures à peine, il a suggéré 40 000 possibilités de molécules pouvant servir d'armes chimiques. Voir [AI suggested 40,000 new possible chemical weapons in just six hours / The Verge](#).

[‡] En 2022, un drone de l'armée américaine commandé par IA s'est retourné contre son pilote humain parce qu'il jugeait ses instructions incohérentes. Voir <https://www.theguardian.com/us-news/2023/jun/01/us-military-drone-ai-killed-operator-simulated-test>.



IV. Notes bibliographiques

¹ Bengio, Yoshua et Daniel Privitera. « How AI Progress Can Coexist with Safety and Democracy » *Time*, 8 novembre 2023. <https://time.com/collection/time100-voices/6325786/ai-progress-safety-democracy/>.

² Future of Life Institute, « Policymaking in the Pause - What Can Policymakers Do Now to Combat Risks from Advanced AI Systems? », 19 avril 2023. https://futureoflife.org/wp-content/uploads/2023/04/FLI_Policymaking_In_The_Pause.pdf.

³ Bengio, Yoshua, Geoffrey Hinton, Andrew Yao, Dawn Song, Pieter Abbeel, Yuval Noah Harari, Ya-Qin Zhang, et al. « Managing AI Risks in an Era of Rapid Progress ». arXiv, 12 novembre 2023. <https://managing-ai-risks.com/>.

⁴ OCDE. « AI-Principles Overview ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://oecd.ai/en/ai-principles>.

⁵ DataFranca, « Intelligence artificielle faible – Définition ». Consulté le 21 décembre 2023. https://www.datafranca.org/wiki/Intelligence_artificielle_faible.

⁶ DataFranca, « IA générative – Définition ». Consulté le 21 décembre 2023. https://www.datafranca.org/wiki/IA_q%C3%A9n%C3%A9rative

⁷ DataFranca, « Intelligence artificielle forte – Définition ». Consulté le 21 décembre 2023. https://www.datafranca.org/wiki/Intelligence_artificielle_forte

⁸ Impey, Chris. « Analysis: How AI Is Helping Astronomers Study the Universe ». *PBS NewsHour*, 8 mai 2023, sect. Science. <https://www.pbs.org/newshour/science/analysis-how-ai-is-helping-astronomers-study-the-universe>.

⁹ Tornero-Costa, Roberto, Antonio Martinez-Millana, Natasha Azzopardi-Muscat, Ledia Lazzeri, Vicente Traver, et David Novillo-Ortiz. « Methodological and Quality Flaws in the Use of Artificial Intelligence in Mental Health Research: Systematic Review ». *JMIR Mental Health* 10, n° 1(2 février 2023): e42045. <https://doi.org/10.2196/42045>.

¹⁰ Organisation mondiale de la Santé, « L'OMS préconise une utilisation sûre et responsable de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé ». 16 mai 2023. <https://www.who.int/fr/news/item/16-05-2023-who-calls-for-safe-and-ethical-ai-for-health>.

¹¹ Koseki, Shin, Shazade Jameson, Golnoosh Farnadi, David Rolnick, Catherine Régis, et Jean-Louis Denis. « AI & Cities: Risks, Applications and Governance | UN-Habitat ». UN Habitat. Consulté le 21 décembre 2023. <https://unhabitat.org/ai-cities-risks-applications-and-governance>.

¹² Tortoise Media, « The Tortoise AI Index - Québec AI Dashboard Results ». s. d. <https://api.vitrine.ia.quebec/storage/1496/final-report-quebec-ai-dashboard-results.pdf>.

¹³ « Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en intelligence artificielle ». Université de Montréal, mai 2018. <https://api.vitrine.ia.quebec/storage/1461/strategie-pour-lessor-de-lecosysteme-quebecois-en-intelligence-artificielle-2018.pdf>.



¹⁴ Vitrine IA. « Un répertoire des organisations en IA du Québec | Recherche des Institutions de recherche et de transfert ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://vitrine.ia.quebec/repertoire?act=3>.

¹⁵ Cayrat, C., Sigouin-Lebel, A., & Poirier St-Pierre, G. (2021). Profil de la main-d'œuvre en intelligence artificielle, science des données et mégadonnées au Québec. TECHNOCompétences, Montréal, 113 p. https://www.technocompetences.qc.ca/wp-content/uploads/2021/05/TC_Profil-Main-Doeuvre_Page_18052021.pdf.

¹⁶ Vitrine IA. « Un répertoire des organisations en IA du Québec | Recherche des entreprises offrant une solution d'IA ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://vitrine.ia.quebec/repertoire?act=2>.

¹⁷ Vitrine IA. « Un répertoire des organisations en IA du Québec | Recherche d'entreprises de service spécialisé en IA ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://vitrine.ia.quebec/repertoire?act=1>.

¹⁸ Vitrine IA. « Un répertoire des organisations en IA du Québec | Recherche de laboratoire corporatifs en IA ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://vitrine.ia.quebec/repertoire?act=6>.

¹⁹ Vitrine IA. « Un répertoire des organisations en IA du Québec | Recherche de jeunes pousses ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://vitrine.ia.quebec/repertoire?act=99999>.

²⁰ Étude PwC qui cite diverses études produites par McKinsey et Deloitte :
PwC. « Analyse économique des investissements réalisés en intelligence artificielle au Québec ». Mars 2022. <https://api.vitrine.ia.quebec/storage/1482/analyse-economique-des-investissements-realises-en-intelligence-artificielle-au-quebec-rapport-detaille-2022.pdf>.

²¹ Brynjolfsson, Erik, Danielle Li, et Lindsey R. Raymond. « Generative AI at Work ». Working Paper. Working Paper Series. National Bureau of Economic Research, avril 2023. <https://doi.org/10.3386/w31161>.

Brynjolfsson, Erik, Daniel Rock, et Chad Syverson. « Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics ». Working Paper. Working Paper Series. National Bureau of Economic Research, novembre 2017. <https://doi.org/10.3386/w24001>.

McKinsey. « Economic Potential of Generative AI | McKinsey ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>.

²² PwC. « Analyse économique des investissements réalisés en intelligence artificielle au Québec ». Mars 2022. <https://api.vitrine.ia.quebec/storage/1482/analyse-economique-des-investissements-realises-en-intelligence-artificielle-au-quebec-rapport-detaille-2022.pdf>.

²³ Milmo, Dan. « ChatGPT Reaches 100 Millions Users Two Months after Launch ». *The Guardian*, 2 février 2023, sect. Technology. <https://www.theguardian.com/technology/2023/feb/02/chatgpt-100-million-users-open-ai-fastest-growing-app>.

²⁴ « La Loi sur l'intelligence artificielle et les données (LIAD) – document complémentaire ». Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 13 mars 2023. <https://ised-isde.canada.ca/site/innovateur-meilleur-canada/fr/loi-lintelligence-artificielle-donnees-liad-document-complementaire>.

²⁵ « Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en intelligence artificielle ». Université de Montréal, mai 2018. <https://api.vitrine.ia.quebec/storage/1461/strategie-pour-lessor-de-lecosysteme-quebecois-en-intelligence-artificielle-2018.pdf>.



-
- ²⁶ « When the CRTC Decided the Internet Couldn't Be Regulated ». *CBC*, 17 mai 2019. <https://www.cbc.ca/archives/when-the-crtc-decided-the-internet-couldn-t-be-regulated-1.5119781>.
- ²⁷ « C-27(44-1) - LEGISInfo - Parlement du Canada ». Consulté le 11 décembre 2023. <https://www.parl.ca/LegisInfo/fr/projet-de-loi/44-1/C-27>.
- ²⁸ « Code de conduite volontaire visant un développement et une gestion responsables des systèmes d'IA générative avancés ». Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 7 décembre 2023. <https://ised-isde.canada.ca/site/isde/fr/code-conduite-volontaire-visant-developpement-gestion-responsables-systemes-dia-generative-avances>.
- ²⁹ « FACT SHEET: Biden-Harris Administration Secures Voluntary Commitments from Leading Artificial Intelligence Companies to Manage the Risks Posed by AI ». The White House, 21 juillet 2023. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/07/21/fact-sheet-biden-harris-administration-secures-voluntary-commitments-from-leading-artificial-intelligence-companies-to-manage-the-risks-posed-by-ai/>.
- ³⁰ « Executive Order on the Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence ». The White House, 30 octobre 2023. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/10/30/executive-order-on-the-safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence/>.
- ³¹ « Loi sur l'IA de l'UE : première réglementation de l'intelligence artificielle ». Parlement européen, 9 juin 2023. <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20230601STO93804/loi-sur-l-ia-de-l-ue-premiere-reglementation-de-l-intelligence-artificielle>.
- ³² « The Bletchley Declaration by Countries Attending the AI Safety Summit, 1-2 November 2023 ». Consulté le 11 décembre 2023. <https://www.gov.uk/government/publications/ai-safety-summit-2023-the-bletchley-declaration/the-bletchley-declaration-by-countries-attending-the-ai-safety-summit-1-2-november-2023>.
- ³³ « La Déclaration de Montréal IA responsable ». Consulté le 11 décembre 2023. <https://declarationmontreal-iaresponsable.com/la-declaration/>.
- ³⁴ Gouvernement du Québec. « Intelligence artificielle (IA) - Appui de 21 M\$ à Mila pour favoriser la recherche éthique et responsable ». Communiqué de presse. Consulté le 11 décembre 2023. <https://www.quebec.ca/nouvelles/actualites/details/intelligence-artificielle-ia-appui-de-21-m-a-mila-pour-favoriser-la-recherche-ethique-et-responsable-46992>.
- ³⁵ Baillargeon, Stéphane. « OBVIA, étudier les impacts sociaux et éthiques de l'IA ». *Le Devoir*, 3 avril 2023. <https://www.ledevoir.com/societe/787718/science-et-ethique-obvia-etudier-les-impacts-sociaux-et-ethiques-de-l-ia>.
- ³⁶ Porter, Michael E, et van der Linde, Claas. « Green and Competitive: Ending the Stalemate ». Octobre 1995. https://kentlundgren.se/artiklar/vetenskapliga/Porter_Linde_1995.pdf.
- ³⁷ « L'intelligence artificielle en finance - Recommandations pour une utilisation responsable ». Autorité des marchés financiers, novembre 2021. https://lautorite.qc.ca/fileadmin/lautorite/grand_public/publications/professionnels/rapport-intelligence-artificielle-finance-fr.pdf.



³⁸ « Commission d'accès à l'information du Québec ». Consulté le 11 décembre 2023.

<https://www.cai.gouv.qc.ca/>.

³⁹ Commission des partenaires du marché du travail. « Se préparer à un marché du travail en transformation : Référentiel québécois des compétences du futur ». s. d.

https://www.cpmt.gouv.qc.ca/fileadmin/fichiers_cpmt/Publications/RA_referentiel_CPMT.pdf.

⁴⁰ Commissariat à la protection de la vie privée du Canada. « Déclaration sur l'IA générative », 21 juin 2023.

https://www.priv.gc.ca/fr/nouvelles-du-commissariat/allocutions/2023/s-d_20230621_g7/.

Commissariat à la protection de la vie privée du Canada. « Déclaration commune sur l'extraction de données et la protection des renseignements personnels », 24 août 2023. https://www.priv.gc.ca/fr/nouvelles-du-commissariat/allocutions/2023/js-dc_20230824/.

⁴¹ Conseil canadien des normes. « Feuille de route du Collectif canadien de normalisation en matière de gouvernance des données ». s. d.

https://www.scc.ca/fr/system/files/publications/SCC_Data_Gov_Roadmap_FR.pdf.

Conseil canadien des normes. « Intelligence Artificielle et Gouvernance Des Données », 26 novembre 2019.

<https://www.scc.ca/fr/programmes-phares/gouvernance-des-donnees>.

⁴² Conseil du statut de la femme. « Avis sur l'intelligence artificielle : des risques pour l'égalité entre les femmes et les hommes ». Consulté le 11 décembre 2023. <https://csf.gouv.qc.ca/article/publicationsnum/avis-intelligence-artificielle/>.

⁴³ Conseil interprofessionnel du Québec. « Pistes de réflexion pour un encadrement de l'intelligence artificielle ». Décembre 2021.

[https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY307Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/8954_PisteReflexionEncadrement-IA-DsSystProfess_V3-A%20\(1\).pdf](https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY307Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/8954_PisteReflexionEncadrement-IA-DsSystProfess_V3-A%20(1).pdf).

⁴⁴ Élections Québec. « Pour une nouvelle vision de la Loi électorale - Document de consultation ». 2023.

<https://docs.electionsquebec.qc.ca/ORG/651ecc14e935d/DGE-6328.pdf>.

⁴⁵ Castets-Renard, Céline, et Anne-Sophie Hulin. « Le temps pour une loi sur l'intelligence artificielle est arrivé ». Policy Options, 27 septembre 2023. <https://policyoptions.irpp.org/fr/magazines/september-2023/loi-intelligence-artificielle-maintenant/>.

⁴⁶ Guadamuz, Andres. « Artificial Intelligence and Copyright ». WIPO MAGAZINE, octobre 2017.

https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2017/05/article_0003.html.

⁴⁷ « Aprobado el estatuto de la Agencia Española de Supervisión de la Inteligencia Artificial », 22 août 2023.

<https://www.hacienda.gob.es/Documentacion/Publico/GabineteMinistro/Notas%20Prensa/2023/CONSEJO-DE-MINISTROS/22-08-23-NP-CM-Estatutos-Agencia-Inteligencia-Artificial.pdf>.

⁴⁸ Le Conseil d'État. « Intelligence artificielle et action publique : construire la confiance, servir la performance ». 31 août 2022.

<https://www.conseil-etat.fr/publications-colloques/etudes/intelligence-artificielle-et-action-publique-construire-la-confiance-servir-la-performance>.

⁴⁹ « Recommandation du Conseil sur l'intelligence artificielle ». OCDE, 2023.

<https://legalinstruments.oecd.org/api/print?ids=648&lang=fr>.



⁵⁰ UNESCO. « Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence », 16 mai 2023.
<https://www.unesco.org/en/articles/recommendation-ethics-artificial-intelligence>.

⁵¹ « Blueprint for an AI Bill of Rights », The White House. Consulté le 11 décembre 2023.
<https://www.whitehouse.gov/ostp/ai-bill-of-rights/>.

⁵² « Code de conduite volontaire visant un développement et une gestion responsables des systèmes d'IA générative avancés ». Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 7 décembre 2023.
<https://ised-isde.canada.ca/site/isode/fr/code-conduite-volontaire-visant-developpement-gestion-responsables-systemes-dia-generative-avances>.

⁵³ Laverdière, Marco, et Catherine Régis. « Pratiques professionnelles, IA et santé - Prototype de code de déontologie ». *Déclaration de Montréal IA responsable*, 23 février 2023. <https://declarationmontreal-iaresponsable.com/soutenir-lencadrement-des-pratiques-professionnelles-en-matiere-dintelligence-artificielle-dans-le-secteur-de-la-sante-et-des-relations-humaines-proposition-dun-prototype/>.

⁵⁴ Bengio, Yoshua. « Comment des IA nocives pourraient apparaître ». 31 mai 2023.
<https://yoshuabengio.org/fr/2023/05/30/comment-des-ia-nocives-pourraient-apparaître/>.

Bommasani, Rishi, Drew A. Hudson, Ehsan Adeli, Russ Altman, Simran Arora, Sydney von Arx, Michael S. Bernstein, et al. « On the Opportunities and Risks of Foundation Models ». arXiv, 12 juillet 2022.
<http://arxiv.org/abs/2108.07258>.

⁵⁵ Légis Québec. « Loi sur l'encadrement du secteur financier ». Consulté le 12 décembre 2023.
<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/E-6.1?&cible=>.

⁵⁶ Girard, Karine. « Réglementation et obligations ». Autorité des marchés financiers. Consulté le 12 décembre 2023. https://lautorite.qc.ca/professionnels/reglementation-et-obligations?tx_amfcookies_main%5Baction%5D=submit&cHash=891b587bcd0f2b27936dfb0b17fe5190.

⁵⁷ Légis Québec. « Code des professions ». Consulté le 12 décembre 2023.
<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/C-26>.

⁵⁸ Office des professions du Québec. « Code des professions ». Consulté le 12 décembre 2023.
<https://www.opq.gouv.qc.ca/lois-et-reglements/code-des-professions>.

⁵⁹ Gouvernement du Canada. « Qu'est-ce qu'un bac à sable réglementaire? », 25 novembre 2022.
<https://www.canada.ca/fr/gouvernement/systeme/lois/developpement-amelioration-reglementation-federale/modernisation-reglementation/qu-est-ce-qu-un-bac-a-sable-reglementaire.html>.

⁶⁰ Autorités canadiennes en valeur mobilières. « Pôle ACVM d'innovation financière ». Consulté le 12 décembre 2023. <https://www.autorites-valeurs-mobilieres.ca/ressources/pole-finov/>.

⁶¹ Selon une analyse d'Accenture et de Frontier Economics, l'influence de l'intelligence artificielle pourrait faire augmenter la productivité du travail de près de 40 % dans certains pays développés d'ici 2035. Voir : Gaudiaut, Tristan. « Où l'IA améliorera le plus la productivité du travail ? » Statista, 16 décembre 2020.
<https://fr.statista.com/infographie/23784/estimation-gain-productivite-du-travail-ia-intelligence-artificielle>.

⁶² Des recherches récentes montrent aussi que l'IA générative peut améliorer les performances des travailleurs moins qualifiés. Voir : Lorenz, Philippe, Karine Perset, et Jamie Berryhill. « Initial Policy Considerations for



Generative Artificial Intelligence ». Paris: OCDE, 18 septembre 2023. https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/initial-policy-considerations-for-generative-artificial-intelligence_fae2d1e6-en.

⁶³ Pelletier, Guillaume, Nathalie Torrès-Parent, Sari Madi, et Lyne Nantel. « La gestion algorithmique de la main-d'œuvre : analyse des enjeux éthiques ». Commission de l'éthique en science et technologie, 2023. https://www.ethique.gouv.qc.ca/media/eq5lu33j/cest_gestion-algorithmique_enjeux-ethiques.pdf.

⁶⁴ Un total de 47% des emplois américains sont à haut risque d'automatisation d'ici le milieu des années 2030, selon cet article cité par *The Economist* en 2019: Frey, Carl Benedikt, et Michael A. Osborne. « The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation? » *Technological Forecasting and Social Change* 114 (janvier 2017): 254-80. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>.

⁶⁵ Acemoglu, Daron, et David Autor. « Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings ». Working Paper. Working Paper Series. National Bureau of Economic Research, juin 2010. <https://doi.org/10.3386/w16082>.

Acemoglu, Daron, et Pascual Restrepo. « The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment ». *American Economic Review* 108, n° 6 (1 juin 2018): 1488-1542. <https://doi.org/10.1257/aer.20160696>.

⁶⁶ Euronews. « Nearly 80% of Women's Jobs Are under Threat from Generative AI », 29 juin 2023. <https://www.euronews.com/next/2023/06/29/womens-jobs-will-be-disproportionately-affected-by-ai-according-to-new-research>.

⁶⁷ Lorenz, Philippe, Karine Perset, et Jamie Berryhill. « Initial Policy Considerations for Generative Artificial Intelligence ». Paris: OCDE, 18 septembre 2023. <https://doi.org/10.1787/fae2d1e6-en>.

⁶⁸ Conseil interprofessionnel du Québec. « Pistes de réflexion pour un encadrement de l'intelligence artificielle ». décembre 2021. [https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY307Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/8954_PisteReflexionEncadrement-IA-DsSystProfess_V3-A%20\(1\).pdf](https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY307Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/8954_PisteReflexionEncadrement-IA-DsSystProfess_V3-A%20(1).pdf).

⁶⁹ Élections Québec. « Pour une nouvelle vision de la Loi électorale ». 2023. <https://docs.electionsequbec.qc.ca/ORG/651ecc14e935d/DGE-6328.pdf>.

⁷⁰ Congresswoman Anna Eshoo. « Rep. Eshoo Reintroduces Legislation to Ban Microtargeted Political Ads », 5 août 2021. <http://eshoo.house.gov/media/press-releases/rep-eshoo-reintroduces-legislation-ban-microtargeted-political-ads>.

⁷¹ Schneier, Bruce. « Deepfake Election Interference in Slovakia ». *Schneier on Security* (blog). Décembre 2020. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1089268020914258>.

⁷² Élections Québec. « Pour une nouvelle vision de la Loi électorale ». 2023. <https://docs.electionsequbec.qc.ca/ORG/651ecc14e935d/DGE-6328.pdf>.

⁷³ Rencontre avec Yves Jacquiers, directeur de la Forge, Ubisoft, dans le cadre de la réflexion collective.

⁷⁴ Bain&Company. « How Will Generative AI Change the Video Game Industry? », 14 septembre 2023. <https://www.bain.com/insights/how-will-generative-ai-change-the-video-game-industry/>.



-
- ⁷⁵ « L'UDA craint que l'IA remplace les artistes de la voix ». *Radio-Canada*, 22 juin 2023. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1990340/uda-doublage-narration-intelligence-artificielle>.
- ⁷⁶ Contreras, Brian, et Katie Licari. « Can You Tell Which Script Was Written by AI? » *Los Angeles Times*, 10 octobre 2023. <https://www.latimes.com/projects/writers-strike-deal-ai/>.
- ⁷⁷ Italie, Hillel. « Violation de leurs droits d'auteur: Dix-sept auteurs poursuivent OpenAI ». *La Presse*, 20 septembre 2023, sect. Littérature. <https://www.lapresse.ca/arts/litterature/2023-09-20/violation-de-leurs-droits-d-auteur/dix-sept-auteurs-poursuivent-openai.php>.
- Rosenberg, Josh. « A Supergroup of Writers Is Suing OpenAI for Theft ». *Esquire* (blog), 22 septembre 2023. <https://www.esquire.com/entertainment/books/a45262718/george-rr-martin-chatgpt-open-ai-lawsuit/>.
- ⁷⁸ Organisation internationale de la francophonie. « Pour une initiative francophone en faveur de la découvrabilité en ligne des contenus francophones ». 2021. https://www.francophonie.org/sites/default/files/2021-09/oif_infographie_de%CC%81couvrabilite%CC%81.pdf.
- ⁷⁹ McCormack, Jon. « The Cost of Feeding the Entertainment Machine ». *Monash Lens*, 12 juin 2020. <https://lens.monash.edu/@technology/2020/06/12/1380642?slug=entertainment-v-culture-the-implications-of-ai-recommendation-and-generation>.
- ⁸⁰ Champagne, Lysandra. « La consommation d'enregistrements musicaux au Québec en 2022 ». *Observatoire de la culture et des communications du Québec*, Optique Culture, n° 92 (octobre 2023). <https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/consommation-enregistrements-musicaux-quebec-2022.pdf>.
- ⁸¹ Organisation internationale, de la francophonie. « Pour une initiative francophone en faveur de la découvrabilité en ligne des contenus francophones ». 2021. https://www.francophonie.org/sites/default/files/2021-09/oif_infographie_de%CC%81couvrabilite%CC%81.pdf.
- ⁸² *Loi sur la radiodiffusion*, L.C. 1991, ch. 11, art. 9.1(8)
- ⁸³ Décret donnant des instructions au CRTC (cadre réglementaire durable et équitable pour la radiodiffusion), DORS/2023-23, art. 6
- ⁸⁴ « Découvrabilité des contenus culturels francophones - Appel à projets ». Gouvernement du Québec, consulté le 12 décembre 2023. <https://www.quebec.ca/culture/aide-financiere/decouvrabilite-contenus-culturels-francophones>.
- ⁸⁵ Gerlat, Pierre-yves. « International : Le Québec et la France poursuivent leur partenariat stratégique en intelligence artificielle ». *ActuIA*, 30 juin 2020. <https://www.actuia.com/actualite/international-le-quebec-et-la-france-poursuivent-leur-partenariat-strategique-en-intelligence-artificielle/>.
- ⁸⁶ Guèvremont, Véronique, Faten Chehidi, Léonie Derome, Ivana Otasevic, Iris Richer, et Clémence Varin. « Les mesures de découvrabilité des contenus culturels francophones dans l'environnement numérique : Compte rendu des tendances et recommandations ». Chaire UNESCO sur la diversité des expressions culturelles, 10 décembre 2019. https://www.unescodec.chaire.ulaval.ca/sites/unescodec.chaire.ulaval.ca/files/rapport-decouvrabilite-10_decembre_2019_-_final.pdf.



-
- ⁸⁷ Lebrun, Tom, et René Audet. « L'intelligence artificielle et le monde du livre », 2020. <https://www.docdroid.com/7Cja6c0/livreblanc-ia-monedulivre-fr-pdf>.
- ⁸⁸ Décarie, Jean-Philippe. « Un secteur culturel toujours fragile ». *La Presse*, 4 mars 2023, sect. Chroniques. <https://www.lapresse.ca/affaires/chroniques/2023-03-04/un-secteur-culturel-toujours-fragile.php>.
- ⁸⁹ « Le gouvernement du Canada lance une consultation au sujet des incidences de l'intelligence artificielle générative sur le droit d'auteur ». Communiqués de presse. Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 12 octobre 2023. <https://www.canada.ca/fr/innovation-sciences-developpement-economique/nouvelles/2023/10/le-gouvernement-du-canada-lance-une-consultation-au-sujet-des-incidences-de-lintelligence-artificielle-generative-sur-le-droit-dauteur.html>.
- ⁹⁰ Rolnick, David, Priya L. Donti, Lynn H. Kaack, Kelly Kochanski, Alexandre Lacoste, Kris Sankaran, Andrew Slavin Ross, et al. « Tackling Climate Change with Machine Learning ». arXiv, 5 novembre 2019. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.05433>.
- ⁹¹ Clutton-Brock, Peter, David Rolnick, Priya Donti, et Lynn Kaack. « Climate Change and AI - Recommendations for Government Action ». Global Partnership on AI Report, novembre 2021. <https://www.gpai.ai/projects/climate-change-and-ai.pdf>.
- ⁹² World Economic Forum. « How AI Can Help Water Go Further in Farming », 15 janvier 2021. <https://www.weforum.org/agenda/2021/01/ai-agriculture-water-irrigation-farming/>.
- ⁹³ Crownhart, Casey. « How AI Could Supercharge Battery Research ». MIT Technology Review, 12 octobre 2023. <https://www.technologyreview.com/2023/10/12/1081502/ai-battery-research/>.
- ⁹⁴ Brainbox AI. « BrainBox AI dévoile sa suite de décarbonisation autonome pour les marchés de l'immobilier commercial et de détail », 6 juin 2023. <https://brainboxai.com/fr/articles/brainbox-ai-proudly-unveils-its-autonomous-decarbonization-suite-for-the-commercial-and-retail-real-estate-markets>.
- ⁹⁵ Jones, Elisabeth, et Bayylee Easterday. « Artificial Intelligence's Environmental Costs and Promise ». *Council on Foreign Relations* (blog), 28 juin 2022. <https://www.cfr.org/blog/artificial-intelligences-environmental-costs-and-promise>.
- ⁹⁶ Giampietro, Mario, et Kozo Mayumi. « Unraveling the Complexity of the Jevons Paradox: The Link Between Innovation, Efficiency, and Sustainability ». *Frontiers in Energy Research* 6 (2018). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2018.00026>.
- ⁹⁷ « Measuring the Environmental Impacts of Artificial Intelligence Compute and Applications: The AI Footprint ». Paris: OCDE, 15 novembre 2022. <https://doi.org/10.1787/7babf571-en>.
- ⁹⁸ Proulx, Jean-Pierre. *Le système éducatif du Québec et la profession enseignante*. 3e éd. Montréal : Chenelière Éducation, p. 58.
- ⁹⁹ Dufour, Andrée. « La révolution de l'éducation au Québec - Histoire Canada ». Histoire Canada, 12 avril 2018. <https://www.histoirecanada.ca/consulter/canada-francais/la-revolution-de-l-education-au-quebec>.
- ¹⁰⁰ Daneau, Marcel. « Évolution économique du Québec 1950-1965 ». *L'Actualité économique* 41, n° 4 (1966): 659. <https://doi.org/10.7202/1003128ar>.



-
- ¹⁰¹ Hadj, Ben. « L'intelligence artificielle : un puissant levier de développement économique pour le Québec ». Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique*, 2020. CIRANO. <https://cirano.qc.ca/files/publications/2020LI-01.pdf>
- ¹⁰² Montréal, International. « Pourquoi les géants de l'intelligence artificielle mettent le cap sur le Grand Montréal ». Mars 2021. https://www.montrealinternational.com/app/uploads/2021/03/profil_sectoriel_intelligence_artificielle_mars2021.pdf.
- ¹⁰³ Cayrat, C., Sigouin-Lebel, A., & Poirier St-Pierre, G. (2021). Profil de la main-d'œuvre en intelligence artificielle, science des données et mégadonnées au Québec. TECHNOCompétences, Montréal, 113 p. https://www.technocompetences.qc.ca/wp-content/uploads/2021/05/TC_Profil-Main-Doeuvre_Page_18052021.pdf.
- ¹⁰⁴ De Marcellis-Warin, Nathalie. « Analyse comparative d'écosystèmes en IA dans le but de repérer les pratiques innovantes en matière de formation et de transfert de connaissances ». CIRANO, mars 2022. <https://api.vitrine.ia.quebec/storage/1479/analyse-comparative-decosysteme-en-ia-dans-le-but-de-reperer-les-pratiques-innovantes-en-matiere-de-formation-et-de-transfert-de-connaissances-2022.pdf>.
- ¹⁰⁵ « Compétences numériques des travailleurs expérimentés ». Léger, 28 mars 2023. <https://cc45plus.org/wp-content/uploads/2023/09/Competences-numeriques-des-travailleurs-experimentes-Rapport-Leger-1.pdf>.
- ¹⁰⁶ « Apprendre ensemble pour une intelligence artificielle responsable - Rapport du Groupe de travail sur la sensibilisation du public ». Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2022. https://ised-isde.canada.ca/site/advisory-council-artificial-intelligence/sites/default/files/attachments/2023/apprendre_ensemble_pour_une_intelligence_artificielle_responsable_minisi_approved.pdf.
- ¹⁰⁷ Gaudet, Marie-Claude, Xavier Parent-Rochelleau, et Vincent Pasquier. « La littératie permettrait-elle une meilleure gestion algorithmique? » *Gestion HEC Montréal*, 2 mai 2023. <https://www.revuegestion.ca/la-litteratie-permettrait-elle-une-meilleure-gestion-algorithmique>.
- ¹⁰⁸ Martins, Ramon Mayor, et Christiane Gresse von Wangenheim. « Findings on Teaching Machine Learning in High School: A Ten - Year Systematic Literature Review ». *Informatics in Education* 22, n° 3 (11 septembre 2023): 421-40. <https://doi.org/10.15388/infedu.2023.18>.
- ¹⁰⁹ « Les lumières à l'ère du numérique ». Présidence de la république, janvier 2022. https://medias.vie-publique.fr/data_storage_s3/rapport/pdf/283201.pdf.
- ¹¹⁰ Cayrat, C., Sigouin-Lebel, A., & Poirier St-Pierre, G. (2021). Profil de la main-d'œuvre en intelligence artificielle, science des données et mégadonnées au Québec. TECHNOCompétences, Montréal, 113 p. https://www.technocompetences.qc.ca/wp-content/uploads/2021/05/TC_Profil-Main-Doeuvre_Page_18052021.pdf.
- ¹¹¹ Régis, Catherine, Jean-Louis Denis, Réjean Roy, Cécile Petitgand, et Sébastien Roy. « The Innovative University - Renewing the Role of Universities in the Digital Innovation and Artificial Intelligence Ecosystem ». Université de Montréal, mai 2020. https://nouvelles.umontreal.ca/fileadmin/user_upload/Archives_images/2020/06/U7_Report_Innovative_University_by_UMontreal_FINAL_June5-2020.pdf.



¹¹² Cros, Françoise, et Claude Raisky. « Les référentiels en formation ». *Recherche et formation*, n° 64 (1 juillet 2010): 105-16. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.215>.

¹¹³ « Cadre de référence de la compétence numérique ». Ministère de l'Éducation et de l'enseignement supérieur, avril 2019. https://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/Cadre-reference-competece-num.pdf.

¹¹⁴ Ibid.

¹¹⁵ « Guide pédagogique - Cadre de référence de la compétence numérique ». Guide pédagogique. Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019. https://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/guide-cadre-reference-num.pdf.

¹¹⁶ « Continuum de développement de la compétence numérique - Cadre de référence de la compétence numérique ». Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019. https://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/continuum-cadre-reference-num.pdf.

¹¹⁷ « Guide pédagogique - Cadre de référence de la compétence numérique ». Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019. <https://www.tav.ca/wp-content/uploads/2020/08/guide-cadre-reference-num.pdf>.

¹¹⁸ « Cadre de référence de la compétence numérique ». Guide pédagogique. Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019. https://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/guide-cadre-reference-num.pdf.

¹¹⁹ « Se préparer à un marché du travail en transformation : Référentiel québécois des compétences du futur ». Commission des partenaires du marché du travail, 2021. https://www.cpmpt.gouv.qc.ca/fileadmin/fichiers_cpmpt/Publications/RA_referentiel_CPMT.pdf.

¹²⁰ Cayrat, C., Sigouin-Lebel, A., & Poirier St-Pierre, G. (2021). Profil de la main-d'œuvre en intelligence artificielle, science des données et mégadonnées au Québec. TECHNOCOMPÉTENCES, Montréal, 113 p. https://www.technocompetences.qc.ca/wp-content/uploads/2021/05/TC_Profil-Main-Doeuvre_Page_18052021.pdf.

¹²¹ Houle, Karine, Monia Mallet, Annie Canuel, Sylvie Charrette, Louise DeGrandpré, Célinie Fugulin-Bouchard, Mélanie Guilbeault, et al. « Collaborateurs à la coconstruction de la première version du Référentiel - CHU Sainte Justine ». CHU Ste-Justine, 2016. https://cifi.umontreal.ca/fileadmin/cifi/Documents/CIFI_Referentiel_Competece_Hospitalier_190125_HR.pdf.

¹²² « Référentiel de compétences professionnelles - Profession enseignante ». Ministère de l'Éducation, 2020. https://cybersavoir.cssdm.gouv.qc.ca/insertion-enseignants/wp-content/uploads/sites/22/2021/01/Referentiel_competece_professionnelles_Profession_enseignante-2.pdf.

¹²³ « Référentiel des compétences - Traducteurs, terminologues et interprètes agréés ». Ordre des traducteurs, terminologues et interprètes agréés du Québec, s. d. https://ottiaq.org/app/uploads/2022/11/ottiaq-referentielcompetences_vf.pdf.



-
- ¹²⁴ « Guide – Référentiels de compétences ». Office des professions du Québec, 2021. https://www.opq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/Office_des_professions/Fonds_d_appui_%C3%A0_la_mobilite%C3%A9_de_la_main-d_oeuvre/2021-22_015_FAMMO-guide-2021-08-27_WEB.pdf.
- ¹²⁵ École de l'intelligence artificielle en santé. « École de l'intelligence artificielle en santé du CHUM | Référentiel de compétences de l'ÉIAS ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://eiaschum.ca/referentiel-de-competences-eias/>.
- ¹²⁶ « Projet C05. IA en santé : Un référentiel québécois pour l'enseignement des sciences infirmières ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://poleia.quebec/projet-c05/>.
- ¹²⁷ Pôle interordre de Montréal. « Projet C01. Référentiel de compétences en gestion de l'intelligence artificielle appliqué à l'industrie 4.0 ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://poleia.quebec/projet-c01/>.
- ¹²⁸ Briggs, Joseph et Devesh Kodnani. « The Potentially Large Effects of Artificial Intelligence on Economic Growth » Goldman Sachs, 26 mars 2023. <https://www.gspublishing.com/content/research/en/reports/2023/03/27/d64e052b-0f6e-45d7-967b-d7be35fabd16.html>.
- ¹²⁹ Ellingrud, Kweilin, Rahul Gupta, et Julian Salguero. « Reskilling Workers for Industry 4.0 » McKinsey & Company, 7 août 2020. <https://www.mckinsey.com/capabilities/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* ».
- ¹³⁰ OCDE. « Promouvoir la formation des adultes ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://web.archive.org/fr/2012-06-14/75428-promouvoir-la-formation-des-adultes.htm>.
- ¹³¹ Centre de documentation sur l'éducation des adultes et la condition féminine (CDÉACF). « Politique d'éducation des adultes ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://cdeacf.ca/dossier/pea>.
- ¹³² « Rapport quinquennal sur la Loi favorisant le développement et la reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre », 29 septembre 2023. <https://www.cpmg.gouv.qc.ca/actualites/detail/rapport-quinquennal-loi-favorisant-developpement-reconnaissance-competences-main-doeuvre/>.
- ¹³³ Cayrat, C., Sigouin-Lebel, A., & Poirier St-Pierre, G. (2021). Profil de la main-d'œuvre en intelligence artificielle, science des données et mégadonnées au Québec. TECHNOCOMPÉTENCES, Montréal, 113 p. https://www.technocompetences.qc.ca/wp-content/uploads/2021/05/TC_Profil-Main-Doeuvre_Page_18052021.pdf.
- ¹³⁴ IVADO. « Formation ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://ivado.ca/formation/>.
- ¹³⁵ EDULIB. « Les coulisses des systèmes de recommandation ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://catalogue.edulib.org/fr/cours/umontreal-recm1fr/>.



¹³⁶ Institut intelligence et données (IID). « FONCER- Science des données responsable dans le domaine de la santé ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://iid.ulaval.ca/formations/programme-foncer-science-des-donnees-responsable-en-sante/>.

¹³⁷ Scale AI. « Formation en IA sur mesure pour les entreprises du Québec ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://www.scaleai.ca/fr/formation/entreprises-comment-faire-une-demande-de-financement/>.

¹³⁸ Elements of AI. « Une introduction gratuite en ligne sur l'intelligence artificielle pour les non-spécialistes ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://www.elementsofai.fr/>.

¹³⁹ The Alan Turing Institute. « The Turing Online Learning Platform ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://www.turing.ac.uk/courses>.

¹⁴⁰ MIT Management Executive Education. « Artificial Intelligence: Implications for Business Strategy ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://executive.mit.edu/course/artificial-intelligence/a056q00000URaa3AAD.html>.

Wharton Online. « Artificial Intelligence for Business ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://online.wharton.upenn.edu/ai-business/>.

¹⁴¹ Coursera. « L'IA pour tous ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://www.coursera.org/learn/ai-for-everyone?query=AI>.

Credly. « Microsoft Certified: Azure AI Fundamentals ». Consulté le 14 décembre 2023. https://www.credly.com/badge_templates/e038aeff-f695-414f-9a8e-0ba4d4ff54fe.

Google Cloud. « Machine Learning & AI Courses | Google Cloud Training ». Consulté le 14 décembre 2023. <https://cloud.google.com/learn/training/machinelearning-ai>.

¹⁴² Bengio, Yoshua, Geoffrey Hinton, Andrew Yao, Dawn Song, Pieter Abbeel, Yuval Noah Harari, Ya-Qin Zhang, et al. « Managing AI Risks in an Era of Rapid Progress ». arXiv, 12 novembre 2023. <https://managing-ai-risks.com/>.

Deschamps, Tara. « AI Pioneer Yoshua Bengio to Focus on Safer Uses of AI, Argues Regulation Necessary ». BNN Bloomberg, 23 juin 2023. <https://www.bnnbloomberg.ca/ai-pioneer-yoshua-bengio-to-focus-on-safer-uses-of-ai-argues-regulation-necessary-1.1936980>.

¹⁴³ Alterovitz, Gil, Faisal D'Souza, Allison Dennis, Kyle Fox, Craig Greenberg, William Harrison, Robert Hickernell, et al. « National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan 2023 Update ». Executive Office of the President of the United States, mai 2023, p.12. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/05/National-Artificial-Intelligence-Research-and-Development-Strategic-Plan-2023-Update.pdf>.

¹⁴⁴ « £54 Million Boost to Develop Secure and Trustworthy AI Research ». Communiqué de presse, 14 juin 2023. <https://www.gov.uk/government/news/54-million-boost-to-develop-secure-and-trustworthy-ai-research>.

¹⁴⁵ Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. « France 2030 : Emmanuel Macron annonce un effort sans précédent de la France en intelligence artificielle ». Communiqué de presse, 16 juin 2023. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/france-2030-emmanuel-macron-annonce-un-effort-sans-precedent-de-la-france-en-intelligence-91286>.



-
- ¹⁴⁶ Pagé, Benoit. « Inventaire des composantes de formation en intelligence artificielle ». Pôle montréalais d'enseignement supérieur en intelligence artificielle, 2021. <https://poleia.quebec/wp-content/uploads/2021/11/PIA-Inventaire-Rapport-final.pdf>.
- ¹⁴⁷ Fonds de recherche du Québec. « Chaire de recherche double en intelligence artificielle en santé / santé numérique et sciences de la vie », 2022. <https://frq.gouv.qc.ca/programme/chaire-de-recherche-double-en-intelligence-artificielle-en-sante-sante-numerique-et-sciences-de-la-vie/>.
- ¹⁴⁸ Fonds de recherche du Québec. « Recherche intersectorielle ». Consulté le 20 décembre 2023. <https://frq.gouv.qc.ca/recherche-intersectorielle/>.
- ¹⁴⁹ Vitrine IA. « Un répertoire des organisations en IA du Québec ». Consulté le 20 décembre 2023. <https://vitrine.ia.quebec/repertoire>.
- ¹⁵⁰ « Pérenniser l'écosystème québécois de l'IA - Accélérer la cadence ». Mémoire. Forum IA, 15 mai 2021. <https://api.vitrine.ia.quebec/storage/1470/perenniser-lecosysteme-quebecois-de-lia-accelerer-la-cadence-2021.pdf>.
- ¹⁵¹ Braham, Emna, et Anthony Migneault. « Analyse sur les enjeux du secteur manufacturier ». Institut du Québec, octobre 2023. <https://institutduquebec.ca/wp-content/uploads/2023/10/IDOMEQFONDACTION-202310-FORMERPERFORMER.pdf>.
- ¹⁵² OCDE. « Recommandations du Conseil sur l'intelligence artificielle », Instrument juridique de l'OCDE. 2023. <https://legalinstruments.oecd.org/api/print?id=648&lang=fr>.
- ¹⁵³ Couillard, Kathleen. « L'intelligence artificielle est-elle sexiste et raciste? » *Science Presse*, 19 septembre 2023. <https://www.sciencepresse.qc.ca/actualite/detecteur-rumeurs/2023/09/19/intelligence-artificielle-sexiste-raciste>.
- ¹⁵⁴ « Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en intelligence artificielle ». Université de Montréal, mai 2018. <https://api.vitrine.ia.quebec/storage/1461/strategie-pour-lessor-de-lecosysteme-quebecois-en-intelligence-artificielle-2018.pdf>.
- ¹⁵⁵ Hoos, Holger, et Morten Irgens. « CLAIRE Statement on Future of AI in Europe 2023 ». CLAIRE - Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence Research in Europe, 2018. <https://claire-ai.org/ai-made-in-europe-2023/>.
- ¹⁵⁶ Smith, Tim. « 'Combat Godlike AI with Benevolent Godlike AI' – the Call for a CERN-like AI Supercomputer » Sifted, 26 avril 2023. <https://sifted.eu/articles/ai-supercomputer-petition-stable-diffusion/>.
- ¹⁵⁷ Sahlgren, Magnus. « Why Do We Need a Large GPT for Swedish? » *Medium* (blog), 14 juillet 2022. <https://medium.com/ai-sweden/why-do-we-need-a-large-gpt-for-swedish-9a0409877f46>.
- ¹⁵⁸ Raye, Geggie. « Text-to-CAD: Risks and Opportunities ». *The Gradient*, 9 septembre 2023. <https://thegradientpub.substack.com/p/text-to-cad-risks-and-opportunities>.
- ¹⁵⁹ Données Québec. « Accueil ». Consulté le 20 décembre 2023. <https://www.donneesquebec.ca/>.
- ¹⁶⁰ « Plan d'action pour l'accessibilité et le partage des données ouvertes des ministères et des organismes publics ». Secrétariat du Conseil du trésor, 2018. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/gouvernement/SCT/vitrine_numeri0c/gouvernement_ouvert/plan_action_gouvernement_ouvert.pdf.



¹⁶¹ Gouvernement du Québec. « À propos du gouvernement ouvert ». Consulté le 20 décembre 2023. <https://www.quebec.ca/gouvernement/gouvernement-ouvert/a-propos>.

¹⁶² Gouvernement du Québec. « Plan d'action favorisant un gouvernement ouvert 2021-2023 ». Consulté le 20 décembre 2023. <https://www.quebec.ca/gouvernement/gouvernement-ouvert/mettre-en-oeuvre/plan-action-favorisant-gouvernement-ouvert-2021-2023>.

¹⁶³ Gouvernement du Québec. « Stratégie de transformation numérique gouvernementale 2019-2023 ». Consulté le 20 décembre 2023. <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/vitrine-numeriqc/strategie-numerique>.

¹⁶⁴ Gouvernement du Québec. « Politique gouvernementale de cybersécurité ». Consulté le 20 décembre 2023. <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/vitrine-numeriqc/politique-gouvernementale-de-cybersecurite>.

¹⁶⁵ Gouvernement du Québec. « Stratégie d'intégration de l'intelligence artificielle dans l'administration publique 2021-2026 ». Consulté le 20 décembre 2023. <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/vitrine-numeriqc/strategie-integration-ia-administration-publique-2021-2026>.

¹⁶⁶ Caire, Éric. « Projet de loi n° 6, Loi édictant la Loi sur le ministère de la Cybersécurité et du Numérique et modifiant d'autres dispositions ». Assemblée Nationale du Québec. Consulté le 20 décembre 2023. <https://assnat.qc.ca/fr/travaux-parlementaires/projets-loi/projet-loi-6-42-2.html>.

¹⁶⁷ Gouvernement du Québec. « Adoption du projet de loi sur les renseignements de santé et de services sociaux et modifiant diverses dispositions législatives », 30 mars 2023. <https://www.quebec.ca/nouvelles/actualites/details/adoption-du-projet-de-loi-sur-les-renseignements-de-sante-et-de-services-sociaux-et-modifiant-diverses-dispositions-legislatives-46706>.

¹⁶⁸ « Loi 25 sur la protection des renseignements personnels des citoyens du Québec - Entrée en vigueur de nouvelles dispositions qui font du Québec un chef de file mondial » Gouvernement du Québec, 22 septembre 2023. <https://www.quebec.ca/nouvelles/actualites/details/loi-25-sur-la-protection-des-renseignements-personnels-des-citoyens-du-quebec-entree-en-vigueur-de-nouvelles-dispositions-qui-font-du-quebec-un-chef-de-file-mondial-50726>.

¹⁶⁹ « Données de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées au Québec | INSPQ » Institut national de santé publique du Québec, 20 décembre 2023. <https://www.inspq.qc.ca/covid-19/donnees/eaux-usees>.

¹⁷⁰ Ministère des Finances du Québec, mise à jour budgétaire de novembre 2023; et Institut de la Statistique du Québec.

¹⁷¹ « Stratégie d'intégration de l'intelligence artificielle dans l'administration publique 2021-2026 ». Secrétariat du Conseil du trésor, juin 2021. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/gouvernement/SCT/vitrine_numeriqc/strategie_IA/Strat_IA_2019_2023.pdf.

¹⁷² Medaglia, Rony, J. Ramon Gil-Garcia, et Theresa A. Pardo. « Artificial Intelligence in Government: Taking Stock and Moving Forward ». *Social Science Computer Review* 41, n° 1(1 février 2023): 123-40. <https://doi.org/10.1177/08944393211034087>.

¹⁷³ Gouvernement du Québec. « Stratégie de transformation numérique gouvernementale 2019-2023 ». Consulté le 19 décembre 2023. <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/vitrine-numeriqc/strategie-numerique>.



-
- ¹⁷⁴ Gouvernement du Québec. « Plan d'action favorisant un gouvernement ouvert 2021-2023 ». Consulté le 19 décembre 2023. <https://www.quebec.ca/gouvernement/gouvernement-ouvert/mettre-en-oeuvre/plan-action-favorisant-gouvernement-ouvert-2021-2023>.
- ¹⁷⁵ Gouvernement du Canada. « Guide sur l'utilisation de l'intelligence artificielle générative », 6 septembre 2023. <https://www.canada.ca/fr/gouvernement/systeme/gouvernement-numerique/innovations-gouvernementales-numeriques/utilisation-responsable-ai/guide-utilisation-intelligence-artificielle-generative.html>.
- ¹⁷⁶ Secrétariat du conseil du trésor du Canada. « Directive sur la prise de décisions automatisée », 5 février 2019. <https://www.tbs-sct.canada.ca/pol/doc-fra.aspx?id=32592>.
- ¹⁷⁷ Open Canada. « Évaluation de l'incidence algorithmique », 12 avril 2023. <https://open.canada.ca/aia-eia-js/?lang=fr>.
- ¹⁷⁸ Alliance santé Québec. « Qu'est-ce qu'un laboratoire vivant en santé durable? », 6 août 2021. [https://www.alliancesantequebec.com/laboratoire-vivant-en-sante-durable/quest-ce-quun-laboratoire-vivant-en-sante-durable/#:~:text=0n%20pourrait%20ainsi%20d%C3%A9crire%20les,pratique%2C%20exp%C3%A9rientiel%2C%20etc.\)](https://www.alliancesantequebec.com/laboratoire-vivant-en-sante-durable/quest-ce-quun-laboratoire-vivant-en-sante-durable/#:~:text=0n%20pourrait%20ainsi%20d%C3%A9crire%20les,pratique%2C%20exp%C3%A9rientiel%2C%20etc.))
- European Network of Living Labs. « About Us », 13 juillet 2017. <https://enoll.org/about-us/>.
- ¹⁷⁹ Gouvernement du Québec. « Stratégie québécoise de recherche et d'investissement en innovation 2022-2027 ». Consulté le 19 décembre 2023. <https://www.quebec.ca/gouvernement/ministere/economie/publications/strategie-quebecoise-de-recherche-et-dinvestissement-en-innovation-2022-2027>.
- ¹⁸⁰ « Priorité à l'achat québécois : l'État donne l'exemple ». Gouvernement du Québec, février 2022. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/secretariat-du-conseil-du-tresor/publications-adm/SSMP/marches-publics/SSMP_Strategie_marches_publics.pdf.
- ¹⁸¹ Fonds de recherche du Québec. « Équité, diversité et inclusion ». Consulté le 19 décembre 2023. <https://frq.gouv.qc.ca/equite-diversite-et-inclusion-edi/>.
- ¹⁸² Légis Québec. « Loi sur les contrats des organismes publics », 25 octobre 2023. <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/c-65.1>.
- ¹⁸³ Berryhill, Jamie, Kévin Kok Heang, Rob Clogher, et Keegan McBride. « Hello, World: Artificial Intelligence and Its Use in the Public Sector ». *OECD Working Papers on Public Governance*. Vol. 36. 21 novembre 2019, p. 73. <https://doi.org/10.1787/726fd39d-en>.
- ¹⁸⁴ Medaglia, Rony, J. Ramon Gil-Garcia, et Theresa A. Pardo. « Artificial Intelligence in Government: Taking Stock and Moving Forward ». *Social Science Computer Review* 41, n° 1 (1 février 2023): 123-40. <https://doi.org/10.1177/08944393211034087>.
- ¹⁸⁵ Krishan, Nihal. « Federal Gov Spending on AI Hit \$3.3B in Fiscal 2022: Study ». *FedScoop*, 17 avril 2023. <https://fedscoop.com/us-spending-on-ai-hit-3-3b-in-fiscal-2022/>.



-
- ¹⁸⁶ Déclaration de Montréal en IA responsable. « IA et villes : Risques, Applications et Gouvernance », 10 avril 2023. <https://declarationmontreal-iaresponsable.com/ia-et-villes-risques-applications-et-gouvernance/>.
- ¹⁸⁷ Labrie, M. « Un nouvel outil pour détecter les nids-de-poule ». Le Canada Français, 27 avril 2023. <https://www.canadafrancais.com/actualite/un-nouvel-outil-pour-detecter-les-nids-de-poule/>.
- ¹⁸⁸ Cann, Forecast. « Prédiction de la concentration de E. Coli à la plage de l'Île de Saint-Quentin ». Consulté le 19 décembre 2023. <https://www.cannforecast.com/trois-rivieres/>.
- ¹⁸⁹ Association des directeurs généraux des MRC du Québec. « MRC Thérèse-De Blainville : L'IA au service des municipalités ». Consulté le 19 décembre 2023. <https://www.adgmrq.ca/mrc-therese-de-blainville-lia-au-service-des-municipalites/>.
- ¹⁹⁰ May, Kathryn. « Ottawa manque de travailleurs en TI pour faire fonctionner ses programmes ». *Policy Options*, 31 octobre 2022. <https://policyoptions.irpp.org/fr/magazines/october-2022/ottawa-manque-milliers-travailleurs-ti/>.
- ¹⁹¹ « Unlocking the Power of AI in Canadian Government » Bronson Technical Search, 8 novembre 2023. <https://bronsonsearch.ca/ai-in-canadian-government/>.
- ¹⁹² Clark, Danny, Marcy Jacobs, Megan McConnell, et Sarah Tucker-Ray. « Transforming the US Government's Approach to Hiring Digital Talent ». McKinsey & Company. Consulté le 19 décembre 2023. <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/transforming-the-us-governments-approach-to-hiring-digital-talent>.
- ¹⁹³ « Stratégie d'intégration de l'intelligence artificielle dans l'administration publique 2021-2026 ». Secrétariat du Conseil du trésor, juin 2021. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/gouvernement/SCT/vitrine_numeri0c/strategie_IA/Strat_IA_2019_2023.pdf.
- ¹⁹⁴ Peregrine, Michael, et Alya Sulaiman. « The Argument for Strong Board Oversight of Artificial Intelligence ». *The CLS Blue Sky Blog* (blog), 28 juillet 2023. <https://clsbluesky.law.columbia.edu/2023/07/28/the-argument-for-strong-board-oversight-of-artificial-intelligence/>.
- ¹⁹⁵ Bengio, Yoshua et Daniel Privitera. « How AI Progress Can Coexist with Safety and Democracy » *Time*, 8 novembre 2023. <https://time.com/collection/time100-voices/6325786/ai-progress-safety-democracy/>.
- ¹⁹⁶ Papon, Pierre. « L'intelligence artificielle : un renfort pour l'industrie pharmaceutique ? », *Futuribles*, 19 décembre 2023. <https://www.futuribles.com/lintelligence-artificielle-un-renfort-pour-lindustrie-pharmaceutique/>.
- ¹⁹⁷ Temple, James. « How Robots and AI Are Helping Develop Better Batteries ». *MIT Technology Review*, 27 septembre 2022. <https://www.technologyreview.com/2022/09/27/1060087/how-robots-and-ai-are-helping-develop-better-batteries/>.
- ¹⁹⁸ Peters, Adele. « This Startup Uses AI to Design Better EV Batteries ». *Fast Company*, 8 mai 2023. <https://www.fastcompany.com/90892687/this-startup-uses-ai-to-design-better-ev-batteries>.
- ¹⁹⁹ EntrepreneurIA. « Les cas d'usage de l'intelligence artificielle en santé ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://entrepreneuria.ca/intelligence-artificielle-dans-la-sante/>.



-
- ²⁰⁰ Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS). « Publication: Télédépistage de la rétinopathie diabétique à l'aide d'une solution d'intelligence artificielle ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://www.inesss.qc.ca/>.
- ²⁰¹ Lisbona, Natalie. « How Artificial Intelligence Is Matching Drugs to Patients ». *BBC*, 16 avril 2023. <https://www.bbc.com/news/business-65260592>.
- ²⁰² CALYPS Data Intelligence. « Solution CALYPS Saniia ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://www.calyps.ch/fr/solutions-medicales-calyps/solution-calyps-saniia/>.
- ²⁰³ Brynjolfsson, Erik, Danielle Li, et Lindsey R. Raymond. « Generative AI at Work ». Working Paper. Working Paper Series. Cambridge: National Bureau of Economic Research, avril 2023. <https://doi.org/10.3386/w31161>.
- ²⁰⁴ Walker, Jon. « AI in Mining - Mineral Exploration, Autonomous Drills, and More ». Emerj Artificial Intelligence Research, 2 février 2019. <https://emerj.com/ai-sector-overviews/ai-in-mining-mineral-exploration-autonomous-drills/>.
- ²⁰⁵ Frąckiewicz, Marcin. « L'IA dans l'apprentissage personnalisé ». *TS2 SPACE (blog)*, 8 juillet 2023. <https://ts2.space/fr/ia-dans-lapprentissage-personnalise/>.
- ²⁰⁶ Savolainen, Anuliina. « Sal Khan : « Je vois l'IA comme un outil supplémentaire, particulièrement puissant » ». *Le Courrier de l'UNESCO*, 28 septembre 2023. <https://courier.unesco.org/fr/articles/sal-khan-je-vois-ia-comme-un-outil-supplementaire-particulierement-puissant>.
- ²⁰⁷ Basiulyte, Milda. « Digital Contribution to Delivering Long-Term Climate Goals ». *DIGITALEUROPE*, 5 février 2020. <https://www.digitaleurope.org/resources/digital-contribution-to-delivering-long-term-climate-goals/>.
- ²⁰⁸ Lasalle, Martin. « BrainBox AI: l'intelligence artificielle au service de la transition énergétique des grands immeubles ». *UdeM Nouvelles*, 29 novembre 2022. <https://nouvelles.umontreal.ca/article/2022/11/29/l-intelligence-artificielle-au-service-de-la-transition-energetique-des-grands-immeubles/>.
- ²⁰⁹ University of Copenhagen - Faculty of Science. "The counting of nine billion trees could help manage climate credits and nature restoration." *ScienceDaily*. ScienceDaily, 1 March 2023. <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/03/230301120828.htm>.
- ²¹⁰ Corniou, Marine. « L'intelligence artificielle peut-elle rendre l'agriculture plus verte? » *Québec Science*, 6 octobre 2022. <https://www.quebecscience.qc.ca/technologie/intelligence-artificielle-agriculture-verte/>.
- ²¹¹ Gonzalez, Wendy. « Council Post: How AI Is Cropping Up In The Agriculture Industry ». *Forbes*, 2 février 2023. <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2023/02/02/how-ai-is-cropping-up-in-the-agriculture-industry/>.
- ²¹² Leblanc, Étienne. « Les Pays-Bas, la Silicon Valley de l'agriculture européenne ». *Radio-Canada*, 14 juin 2019. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1185313/pays-bas-serre-silicon-valley-agriculture-verte-europe-hollande>.
- ²¹³ Be My Eyes. « Donner La Vue Aux Aveugles et Aux Malvoyants ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://www.bemyeyes.com/langage/french>.



²¹⁴ Lorach, Henri, Andrea Galvez, Valeria Spagnolo, Felix Martel, Serpil Karakas, Nadine Intering, Molywan Vat, et al. « Walking Naturally after Spinal Cord Injury Using a Brain-Spine Interface ». *Nature* 618, n° 7963 (juin 2023): 126-33. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06094-5>.

²¹⁵ Geovelo. « Geovelo Territoire ». Consulté le 21 décembre 2023. <https://geovelo.app/fr/territories/>.

²¹⁶ Beroche, Hubert. « Urban AI », 2021. <https://urbanai.fr/our-works/urban-ai-report/>

²¹⁷ « The Future of Jobs Report 2023 ». World Economic Forum, 30 avril 2023. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>.

²¹⁸ Organisation internationale du Travail. « L'intelligence artificielle générative devrait compléter plutôt que détruire des emplois ». Communiqué de presse, 21 août 2023. http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_890746/lang--fr/index.htm.

²¹⁹ Gmyrek, Pawel, Janine Berg, et David Bescond. « Generative AI and Jobs: A Global Analysis of Potential Effects on Job Quantity and Quality ». Working paper. International Labour Organization, 21 août 2023. http://www.ilo.org/global/publications/working-papers/WCMS_890761/lang--en/index.htm.

²²⁰ De Cremer, David, Nicola Morini Bianzino, et Ben Falk. « How Generative AI Could Disrupt Creative Work ». *Harvard Business Review*, 13 avril 2023. <https://hbr.org/2023/04/how-generative-ai-could-disrupt-creative-work>.

²²¹ Heikkilä, Melissa. « Dutch Scandal Serves as a Warning for Europe over Risks of Using Algorithms ». *POLITICO*, 29 mars 2022. <https://www.politico.eu/article/dutch-scandal-serves-as-a-warning-for-europe-over-risks-of-using-algorithms/>.

²²² Angwin, Julia, Jeff Larson, Surya Mattu, et Lauren Kirchner. « Machine Bias ». *ProPublica*, 23 mai 2016. <https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing>.

D'autres scandales du genre ont éclaté ailleurs dans le monde, comme en Australie. Voir : Robodebt scheme. (2023, 17 octobre). Dans Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Robodebt_scheme.

²²³ Bonnard, Jules. « L'Italie bloque le robot conversationnel ChatGPT ». *Le Devoir*, 31 mars 2023. <https://www.ledevoir.com/monde/europe/787483/l-italie-bloque-le-robot-conversationnel-chatgpt>.

²²⁴ Hays, Kali. « OpenAI Offers a Way for Creators to Opt out of AI Training Data. It's so Onerous That One Artist Called It "Enraging." » *Business Insider*, 29 septembre 2023. <https://www.businessinsider.com/openai-dalle-opt-out-process-artists-enraging-2023-9>.

²²⁵ « The Big Tech Company Leading in AI Acquisitions » CB Insights Research, 27 septembre 2023. <https://www.cbinsights.com/research/big-tech-ai-acquisitions/>.

²²⁶ Agence France-Presse. « Les États-Unis poursuivent Amazon pour monopole « illégal » ». *Radio-Canada*, 26 septembre 2023. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2013239/etats-unis-poursuite-amazon-monopole-illegal>.

²²⁷ Baer, Bill, et Caitlin Chin-Rothmann. « Addressing Big Tech's Power over Speech ». *Brookings* (blog), 1 juin 2021. <https://www.brookings.edu/articles/addressing-big-techs-power-over-speech/>.



-
- ²²⁸ « Regard sur les pratiques d'information au Canada ». Centre d'études sur les médias, 2023. https://www.cem.ulaval.ca/wp-content/uploads/2023/05/cem_digital_news_report_2023_regard.pdf.
- ²²⁹ Drapeau-Bordage, Alexis. « Il crée un site de désinformation avec 2\$ et une IA ». *Journal Métro*, 4 juin 2023, sect. Techno. <https://journalmetro.com/societe/techno/3086352/il-cree-un-site-de-desinformation-avec-2-et-une-ia/>.
- ²³⁰ Jakesch, Maurice, Advait Bhat, Daniel Buschek, Lior Zalmanson, et Mor Naaman. « Co-Writing with Opinionated Language Models Affects Users' Views ». Dans *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-15. CHI '23. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2023. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581196>.
- ²³¹ Cross, Tyler. « Malicious Keylogger Malware Made Using ChatGPT ». SafetyDetectives. Consulté le 21 décembre 2023. <https://www.safetydetectives.com/news/malicious-keylogger-malware-made-using-chatgpt/>.
- ²³² Chentouf, Nassim. « Les employés partagent trop de secrets avec ChatGPT : "Les entreprises sont en danger" ». *Toms Guide*, 1 août 2023. <https://www.tomsguide.fr/les-employes-partagent-trop-de-secrets-avec-lintelligence-artificielle-les-entreprises-sont-en-danger/>.
- ²³³ Powell, Olivia. « Samsung Employees Allegedly Leak Data via ChatGPT ». *Cyber Security Hub*, 21 avril 2023. <https://www.cshub.com/data/news/iotw-samsung-employees-allegedly-leak-proprietary-information-via-chatgpt>.
- ²³⁴ Open AI. « March 20 ChatGPT Outage: Here's What Happened », 24 mars 2023. <https://openai.com/blog/march-20-chatgpt-outage>.
- ²³⁵ Dede, Georgia, Rossen Naydenov, Apostolos Maltras, Ronan Hamon, Henrik Junklewitz, et Ignacio Sanchez. « Cybersecurity Challenges in the Uptake of Artificial Intelligence in Autonomous Driving ». Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/551271>.
- ²³⁶ Trucano, Michael. « AI and the next Digital Divide in Education ». *Brookings* (blog), 10 juillet 2023. <https://www.brookings.edu/articles/ai-and-the-next-digital-divide-in-education/>.
- ²³⁷ Božić, Velibor. « AI as the Reason and the Solution of Digital Divide », *LET Journal* 2023, Volume 3, Issue 2, 90-103, avril 2023. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10494.66880>.
- ²³⁸ Ibid.
- ²³⁹ Stewart, Uyi. « AI Can Help to Bridge the Digital Divide and Create an Inclusive Society ». *ITU Hub*, 27 avril 2020. <https://www.itu.int/hub/2020/04/ai-can-help-to-bridge-the-digital-divide-and-create-an-inclusive-society/>.
- ²⁴⁰ Fabron, Maxence. « Le patron d'OpenAI et des centaines d'experts appellent à « atténuer le risque d'extinction » que représente l'IA pour l'humanité ». *Les numériques*, 31 mai 2023. <https://www.lesnumeriques.com/intelligence-artificielle/le-patron-d-openai-et-des-centaines-d-experts-appellent-a-attenuer-le-risque-d-extinction-que-represente-l-ia-pour-l-humanite-n210153.html>.