

Automatisation, nouveaux modèles d'affaires et emploi

Une prospective québécoise

Un partenariat entre

Président
Raymond Bachand

Directrice
Mia Homsy

Directeur de la recherche
Robert Gagné

Directeur associé
Jean-Guy Côté

Automatisation, nouveaux modèles d'affaires et emploi : une prospective québécoise

Eric Noël

À propos de l'Institut du Québec

Issu d'un partenariat entre le Conference Board du Canada et HEC Montréal, l'Institut du Québec axe ses recherches et ses études sur les enjeux socioéconomiques auxquels le Québec fait face. Il vise à fournir aux autorités publiques et au secteur privé les outils nécessaires pour prendre des décisions éclairées, et ainsi contribuer à bâtir une société plus dynamique, compétitive et prospère.

À propos de l'auteur

Eric Noël est un géo-économiste et prospectiviste. Il est le concepteur du projet *Canada vers 2030*, Executive Fellow, School of Public Policy, University of Calgary, et vice-président principal, Amérique du Nord, au sein de la firme Oxford Analytica.



Un partenariat entre



HEC MONTRÉAL

Institut du Québec
3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
Montréal (Québec) H3T 2A7

institutduquebec.ca

[@InstitutduQC](https://twitter.com/InstitutduQC)

Pour citer ce rapport : Noël, Eric. *Automatisation, nouveaux modèles d'affaires et emploi : une prospective québécoise*, Montréal, Institut du Québec, 2017.

© Institut du Québec, un partenariat entre Le Conference Board du Canada et HEC Montréal, 2017
Publié au Canada | Tous droits réservés | Entente n° 40063028 | *Constituée en société sous le nom d'AERIC Inc.

Ce document est disponible sur demande dans un format accessible aux personnes ayant une déficience visuelle. Agent d'accessibilité, Le Conference Board du Canada. Tél. : 613-526-3280 ou 1-866-711-2262. Courriel : accessibility@conferenceboard.ca

MD Le Conference Board du Canada et le logo de la torche sont des marques déposées du Conference Board, Inc. Nos prévisions et travaux de recherche reposent souvent sur de nombreuses hypothèses et différentes sources de données. Ils présentent donc des risques et des incertitudes inhérents à ce genre de travail et ne doivent pas être perçus comme des sources de conseils spécifiques en matière de placement, de comptabilité, de droit ou de fiscalité.

Résumé

Un million de travailleurs auront pris leur retraite entre 2015 et 2024 au Québec, tandis qu'il y aura 140 000 travailleurs de moins pour 630 000 retraités de plus en 2030. Sans effort supplémentaire pour atténuer ces risques démographiques et pour augmenter la productivité, le PIB potentiel du Québec baissera de 0,7 % ou 1 %. En même temps, deux phénomènes externes au Québec influenceront le portrait de la main-d'œuvre : l'automatisation et la robotisation, ainsi que les nouveaux modèles d'affaires. Aucun secteur d'activité économique ou organisation n'est à l'abri de ces phénomènes qui toucheront beaucoup de professions.

Par le passé, les technologies ont créé plus d'emplois à long terme qu'elles n'en ont supprimés. Aujourd'hui, bien que les premières estimations des catégories et du nombre d'emplois technologiquement menacés et de la vitesse d'arrivée des nouveaux outils numériques demeurent spéculatives, elles pointent vers des effets préoccupants. L'imagination nous manque pour vraiment prévoir les répercussions positives (nouveaux métiers, emplois plus satisfaisants); néanmoins, quelque 1,4 million de travailleurs québécois seront touchés (nouvelles tâches, nouveaux chômeurs technologiques, personnes en situation de sous-emploi ou en quête de nouvelles formations).

Les métiers nécessitant un travail cognitif non routinier seront plus à l'abri des robots et des logiciels intelligents (tâches exigeant des capacités d'analyse non standardisée, de l'improvisation, de la résolution de problèmes nouveaux, de la créativité, de la transmission de savoir, de la supervision d'autres personnes, de l'autonomie et des aptitudes sociales). Ce genre de travail et d'aptitudes sont déjà bien présents au Québec. Parallèlement, les nouveaux modèles d'affaires profitent

C'est une stratégie d'évolution plutôt que de défense des emplois face aux technologies qui permettra la transition la plus heureuse, notamment si elle se synchronise avec l'accélération québécoise des départs à la retraite.

de cette automatisation et pourront provoquer l'élimination d'entreprises établies de longue date et l'arrivée de nouveaux acteurs économiques locaux ou étrangers. Les services à la demande, le sur mesure, les services et achats à distance, le tout-connecté et immédiat, la fabrication par impression 3D et l'économie collaborative poursuivront leur essor, stimulant les PME et l'entrepreneuriat. Des effets secondaires tant sur les réglementations que sur les recettes et les politiques publiques seront immanquables, exigeant une fonction publique compétente et proactive.

Les révolutions technologiques ont toujours stimulé des changements à vitesse variable, créé des stress sociétaux et forcé une redistribution des opportunités et de la richesse. Des effets socio-économiques sont à anticiper, et selon la hausse du nombre de catégorie d'emplois à fort potentiel d'automatisation, donc de désuétude, et celle de la montée du travail à la pige, l'écart accru entre les riches et les pauvres pourrait s'élargir. Le débat « nantis versus démunis » (have vs have not) deviendra celui du « qui peuvent travailler versus ceux qui ne peuvent pas » (can work vs can not work). Différents taux de progression tant de la substitution que de l'amélioration « machine/emploi » conjugués aux capacités variables d'adaptation des organisations à adopter ou non les nouvelles technologies et d'investir en même temps dans les personnes influenceront ces effets. Des effets géographiques, politiques, fiscaux et sur les syndicats et même sur le concept du salaire minimum sont aussi à prévoir.

En optant pour une stratégie d'évolution plutôt que de défense des emplois face aux technologies, le Québec pourrait, compte tenu de ses défis démographiques et de son dynamisme technologique, tirer profit de la transition vers le monde de l'automatisation et des nouveaux modèles d'affaires. Les pistes d'action sont nombreuses et se concentrent sur l'amélioration du capital humain :

- Colliger davantage de données sur les apprentissages en milieu de travail au Québec pour mieux stimuler ces derniers.
- Repenser les programmes d'enseignement en priorisant une éducation pragmatique, avancée et continue qui répond aux nouvelles réalités d'employabilité créés par les avancées technologiques.

- Accroître le niveau de participation aux études universitaires des jeunes Québécois dans des domaines profitant de l'économie numérique (et continger les formations dans les filières professionnelles à risque).
- Envisager la formation continue des adultes avec des comptes individuels permanents dans lesquels les personnes pourront cumuler et afficher toute leur vie leurs acquis de formation et y épargner et y recevoir des financements pour leurs études à tout âge.
- Créer au sein des organisations une banque de temps cumulé par employé pour fin de formation continue ou de recyclage professionnel.
- Les collèges, universités et autres fournisseurs de formation pourraient proposer des programmes plus courts, plus souvent et à distance ciblant les compétences nouvelles qu'exigent la révolution numérique.
- Le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur et les ordres professionnels devraient reconnaître ces nouveaux apprentissages ou leurs équivalences.

Afin d'étendre sa réflexion sur les perspectives économiques du Québec à long terme, notamment aux prochains défis du marché du travail québécois, l'Institut du Québec (IdQ) a confié à l'expert Éric Noël le soin de produire deux essais de prospective. Ce premier rapport se penche sur l'avenir de l'automatisation, de la robotisation et des nouveaux modèles d'affaires. Le deuxième rapport se concentrera sur un autre aspect à long terme de l'économie du Québec.

En parallèle à l'accélération de notre inévitable défi démographique et de ses effets sur la main-d'œuvre, sur notre activité économique et sur nos finances publiques, deux phénomènes s'accéléreront, soit **l'automatisation et la robotisation et les nouveaux modèles d'affaires**. Les bouleversements technologiques s'ajouteront au vieillissement de la population active et exigeront des ajustements et une gestion de risques nouveaux, tout en offrant des possibilités et des solutions. Cet essai en explore les sources et les conséquences et propose quelques pistes d'action.

Défis démographiques et changements technologiques

Il est question depuis longtemps de ce qui semble être l'irréversible marche du Québec vers un choc démographique, la province produisant graduellement plus d'âinés que de bébés d'ici 10 à 17 ans, selon les scénarios de l'Institut de la statistique du Québec. Entre 2015 et 2024, 1 million de travailleurs quitteront le marché du travail. D'ici 2030, le nombre de Québécois âgés de 23 à 67 ans, soit la population réellement en âge de travailler, baissera de 140 000 personnes. En revanche, celle des 68 ans et plus augmentera de plus de 630 000.

Bien qu'on puisse se réjouir maintenant d'une situation de quasi-plein emploi au Québec¹, les secteurs public et privé seront tous deux confrontés à de sérieux problèmes de rareté de main-d'œuvre. Certains économistes estiment que, faute d'un essor de la productivité, le PIB québécois pourrait reculer de -0,7 % à -1 %². Peut-on remédier à ce besoin de productivité et cette rareté de la main-d'œuvre par une autre révolution technologique et de nouveaux modèles d'affaires? Ou au contraire, est-ce que les 48 % de Québécois (58 % des Canadiens) qui croient que la robotisation et l'automatisation créeront d'énormes problèmes de chômage auront raison³?

Après les révolutions technologiques des secteurs primaire (agriculture), secondaire (manufacturier) et tertiaire (informatisation), celle de **l'automatisation et de la robotisation du secteur des services**, incluant les services professionnels et spécialisés, ira en s'accélégrant. Rappelons que le secteur des services représente 80 % de l'emploi au Québec.

Les technologies numériques dites cognitives sont celles de l'apprentissage automatique, de la reconnaissance et du traitement du

1 En juillet 2017, le taux de chômage canadien était de 6,3 % et celui du Québec, de 5,8 %, soit les plus bas niveaux depuis octobre 2008. Le taux d'activité était de 64,9 % et de 65,4 % ces deux années au Québec (celui de la population des 55 à 64 ans au Québec était de 57,8 % en 2016).

2 Une variation de 1 point de pourcentage modifie les revenus autonomes du Gouvernement du Québec de 650 M\$ environ. Source : ministère des Finances du Québec, 2017.

3 Source : sondage *CanadaNext*, IPSOS-Canada vers 2030-IBM Canada, réalisé en juin 2017 auprès de 2 000 Canadiens et auquel l'auteur a collaboré. On y notera que les Québécois sont les plus optimistes du pays face aux changements technologiques.

Aucune organisation, peu importe sa taille, son secteur ou sa localisation, ne sera à l'abri des effets des technologies perturbatrices.

langage naturel (écrit), de la parole, des images et des configurations de données par la machine. Elles sont toutes en train d'évoluer rapidement et de converger. Dotés d'algorithmes très rapides, eux-mêmes accélérés par des processeurs très performants, les logiciels apprennent ces fonctions cognitives, les mémorisent et les améliorent par eux-mêmes, leur permettant des décisions complexes et des applications hautement évoluées entièrement automatisées.

L'intelligence artificielle⁴ (IA), la réalité virtuelle et augmentée, des capteurs avancés, des algorithmes et micro-processeurs superpuissants et les mégadonnées émanant du « tout objet et toute personne connectés à Internet⁵» permettront d'automatiser ou de robotiser autant des emplois professionnels (actuaire, comptable, ingénieur, travailleurs de la santé, notaire, analyste de tout type, rédacteur) que des techniciens (juridique, administratif ou au service à la clientèle, traducteur, employé de laboratoire ou de bureau) et des travailleurs manuels (hôtellerie, construction, distribution, camionneur, caissier, agriculteur, mineur).

Si l'automatisation du XIX^e siècle épargnait à l'homme le labeur manuel et dangereux, et celle du XX^e le travail répétitif et monotone, les logiciels intelligents du XXI^e siècle visent particulièrement la prise de décision et libère davantage les hommes et les femmes du travail. Améliorant certaines professions mais en fragilisant d'autres, ces systèmes intelligents et automatisés vont penser et choisir plus vite et mieux que l'humain, tout en le libérant de ses biais et de sa fatigue mentale⁶.

Aucune organisation, peu importe sa taille, son secteur ou sa localisation, ne sera à l'abri des effets de ces technologies perturbatrices. Comme on le verra plus loin, des millions de postes seront éliminés ou réduits et quantité de travailleurs seront réaffectés, atténuant parfois les effets des départs à la retraite ou provoquant une lutte entre citoyens employables et inemployables.

4 Toujours plus rapide, l'intelligence artificielle munie de super-fonctions cognitives dépassera les capacités du cerveau humain d'ici 2029, affirme le futurologue américain Ray Kurzweil.

5 Selon la firme Gartner, l'*Internet of Things* (Internet des objets) sera constitué de plus de 25 milliards d'appareils interconnectés représentant un PIB de plus de 1,9 G\$ US dès 2020.

6 Un sondage auprès d'experts en IA réalisé par le *Future of Humanity Institute* de l'Université Oxford révèle que, d'ici 45 ans, il y a 50 % de chance que l'IA dépassera la capacité humaine en presque tout point (des machines autonomes qui peuvent tout faire, mieux et moins cher).

Des gains...

L'imagination nous manque pour vraiment prévoir les répercussions positives que la révolution numérique aura sur le monde du travail, y compris :

- l'amélioration de la qualité et de la productivité du travail (générant richesse et emplois)⁷;
- des assouplissements des conditions de travail offertes aux travailleurs âgés (réduction du temps de travail) et aux jeunes (meilleure conciliation travail-famille-loisirs);
- la création de nouveaux métiers : des milliers de réparateurs de robots domestiques⁸ ou de systèmes de domotique ou de télématique pour les véhicules autonomes, de programmeurs-psychologues d'intelligence émotionnelle artificielle et d'avocats spécialisés en IA pour les défendre, d'experts en cyber-simulation tactile, de techniciens en capteurs, drones ou images-satellite, de superviseurs-correcteurs en systèmes automatisés, d'experts en cyber-sécurité appliquée aux systèmes et aux objets « intelligents », et autres que nous ne saurions encore imaginer.

Ces nouveaux emplois ne remplaceront pas parfaitement les emplois détruits, notamment au niveau de la stabilité ou de la rémunération totale par exemple. Ils exigeront des personnes aux compétences différentes, offriront des salaires différents et seront mêmes parfois dans des villes différentes.

C'est une stratégie d'évolution plutôt que de défense des emplois face aux technologies qui permettra la transition la plus heureuse, notamment si elle se synchronise avec l'accélération québécoise des départs à la retraite. On assiste déjà à une réduction graduelle du nombre de travailleurs dans les secteurs à emplois automatisés au profit de métiers qui le sont moins. En revanche, le « chômage technologique », terme datant des années 1930, pourrait s'accroître. Cette « économie réinventée » par les transitions technico-commerciales ne fera pas que

7 Voir les hausses de ventes, l'augmentation de la productivité et les créations d'emplois rapportées dans l'étude de Cap Gemini, *Turning AI into concrete value: the successful implementers' toolkit*.

8 L'International Federation of Robotics prévoit la création d'un à deux millions d'emplois dans son secteur entre 2017 et 2020.

« Bien qu'il soit évident que la composition de la main-d'œuvre a radicalement changé au cours des dernières décennies, en partie en raison de l'évolution technologique, l'impact de la numérisation sur l'avenir des emplois est loin d'être certain. »

Carl B. Frey, Thor Berger
Digitalisation,
Deindustrialisation and
The Future of Work –
Structural Transformation
in the OECD (document
de travail n° 193)

des gagnants, surtout dans sa première phase qui pourrait être marquée par des licenciements et par la réduction du nombre de travailleurs (eux-mêmes mal équipés pour effectuer un changement de carrière à court terme).

... et des pertes

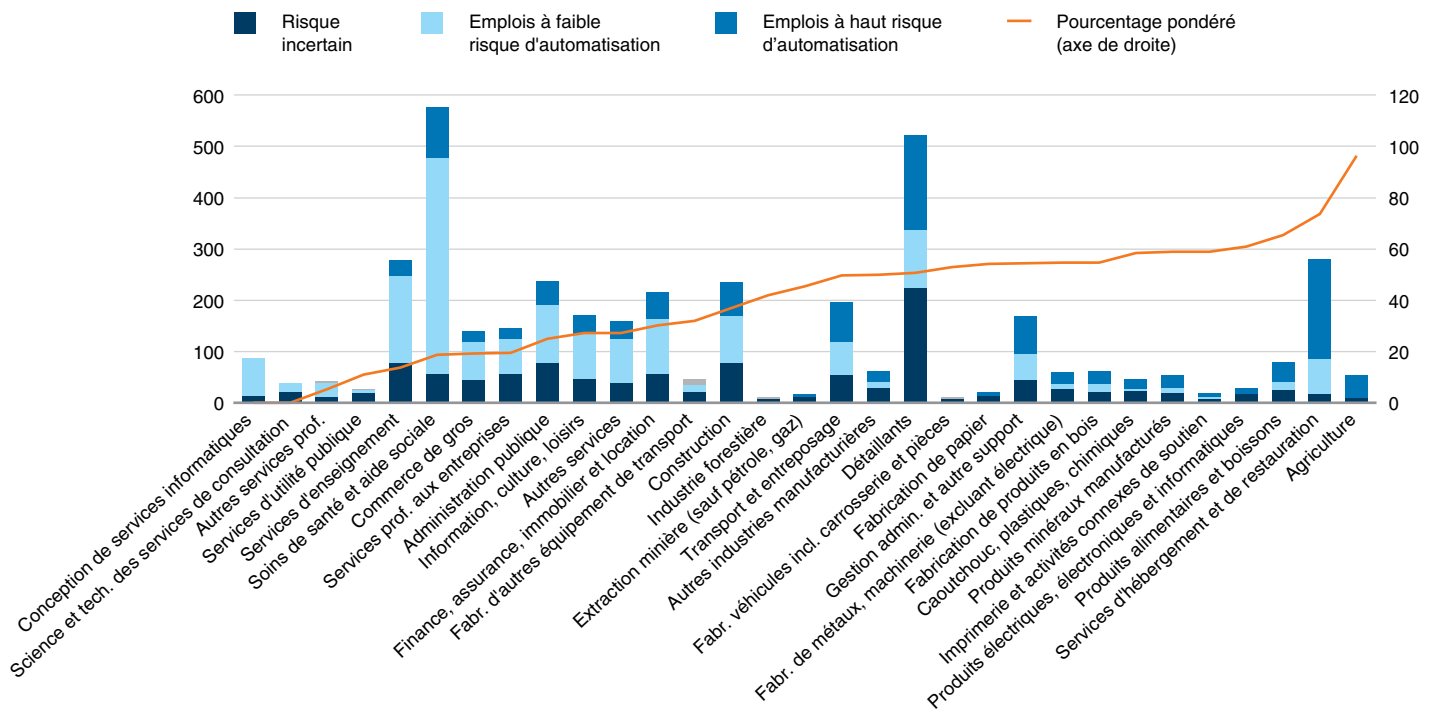
Selon une étude de 2013 qui a rendu célèbres les professeurs Frey et Osborne de l'Université Oxford⁹, quelque 47 % des emplois américains risquent d'être automatisés entièrement ou partiellement d'ici 2020. La firme de conseil McKinsey estime que moins de 5 % des emplois peuvent être entièrement automatisés avec les technologies actuelles, mais que 60 % des professions pourraient l'être partiellement, à hauteur de 30 % des tâches par exemple¹⁰. Selon une étude de la firme Forrester datant de septembre 2016, 6 % des travailleurs américains auront été remplacés par des machines d'ici 2021¹¹. Les emplois des secteurs du service à la clientèle, du commerce de détail, des transports et de la logistique seraient les plus touchés.

Pour ce qui est du Canada, l'OCDE évalue le risque d'automatisation presque complète à 9,2 % des emplois, tandis que 23,5 % risquent de connaître de grands changements (total : 32,7 %)¹². Selon le Brookfield Institute de Toronto, 42 % des travailleurs canadiens sont très menacés par l'automatisation dans les 10 ou 20 prochaines années, tandis que 36 % seraient à faible risque, plaçant les employés du commerce de détail et de soutien administratif à un extrême et les éducateurs et enseignants du primaire à l'autre. Brookfield¹³ suggère des données similaires pour le Québec, ce qui voudrait dire que 1,73 million d'emplois québécois seraient touchés par la numérisation et la robotisation.

- 9 Carl B. Frey et Michael A. Osborne, *The Future of Employment : how susceptible are jobs to computerisation ?* Oxford University, septembre 2013.
- 10 Michael Chui, James Manyika et Mehdi Miremadi, « Where machines could replace humans—and where they can't (yet) », *McKinsey Quarterly*, juillet 2016. Voir aussi : <https://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/AutomationBySector/WhereMachinesCanReplaceHumans>
- 11 Olivia Solon, « Robots will eliminate 6% of all US jobs by 2021 », *The Guardian*, 14 septembre 2016, citant les recherches de Brian Hopkins, Forrester.
- 12 OCDE, *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries et Employment Outlook 2016*.
- 13 Creig Lamb, *The Talented Mr. Robot*, Brookfield Institute, juin 2016. Utilisant une approche par « tâche » plutôt que « par métier », l'étude prétend que 42 % des tâches réalisées par les travailleurs canadiens pourraient déjà être automatisées grâce à des technologies existantes. Par très menacés, les auteurs entendent de 70 à 100 % d'automatisation d'ici 10 à 20 ans.

Le graphique 1 présente le niveau de risque d'automatisation par secteur d'activité économique au Québec, incluant le nombre d'emplois et la probabilité.

Graphique 1
Catégories d'emplois plus à risque d'automatisation au Québec
 (nombre en milliers)



Remarque - axe de droite : % pondéré
 Source : Institut C.D. Howe.

Dans une étude parue en mars 2017, l'Institut C.D. Howe se montre sceptique quant au risque et à la rapidité de pareille substitution au Canada. Les auteurs affirment que la main-d'œuvre canadienne est employée dans des secteurs à faible risque d'automatisation¹⁴ et continue son évolution vers des industries, des tâches et des

14 Les industries dont moins de 25 % des emplois sont à risque représenteraient 27,5 % de l'emploi total (4,9 millions de travailleurs), tandis que celles qui sont à plus de 75 % à risque emploient seulement 1,7 % des Canadiens. Matthias Oschinski et Rosalie Wyonch, Future Shock..., Institut C.D. Howe, commentaire no 472, mars 2017.

« Une période de 5 à 15 ans peut séparer les investissements dans de nouvelles technologies de l'apparition de gains mesurables. »

Ryan Avent
The Wealth of Humans

compétences difficilement numérisables. Selon eux, 34 % des emplois québécois seraient visés, soit 1,4 million du total actuel.

Dans une simulation de la firme McKinsey publiée en janvier 2017, 47 % des 19,5 millions d'emplois canadiens seraient potentiellement automatisables, ce qui concernerait 7,2 millions de travailleurs dont les salaires s'élèvent au total à 290 G\$¹⁵.

Substitution travailleur/machine : pas si facile à calculer

De nombreuses études récentes cherchent à simuler l'impact sur l'emploi de l'automatisation et de la robotisation et utilisent divers modèles macro-économiques construits autour des tâches numérisables ou robotisables, des secteurs ciblés par les technologies courantes ou des tendances technologiques et commerciales à venir.

Toutes ont leurs failles dans cette estimation du taux de remplacement « humains/machines » et peuvent surestimer comme sous-estimer les technologies, les travailleurs et la perméabilité des organisations aux changements. Affirmer que les secteurs de l'agriculture et de la fabrication vont accélérer leur robotisation tient de l'extrapolation du passé. Envisager la « fin » de professions telles que pilote d'avion, radiologiste, notaire, comptable, boucher, agent d'assurance chargé des réclamations ou économiste tient d'une spéculation de l'avenir.

Prenons, par exemple, le secteur du camionnage, que la plupart des études classent comme étant à haut risque d'automatisation et qui emploie entre 65 000 et 80 000 personnes au Québec. On peut imaginer que ce secteur verra, un jour, les camions autonomes remplacer des camionneurs. Les conditions hivernales pouvant réduire la performance des capteurs des véhicules 100 % autonomes, supposons que deux camions automatisés pourraient suivre un premier poids lourd conduit par un camionneur. Dans cette hypothèse de convoi semi-autonome, on pourrait croire qu'un camionneur sur trois conserverait son emploi. Mais ce n'est pas si simple.

15 225,7 G\$ US dans l'étude <https://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/InternationalAutomation/WhereMachinesCanReplaceHumans>

L'industrie du transport commercial compte beaucoup d'opérateurs indépendants (26 000), des parcours à faible volume (un seul camion suffit), des entreprises qui n'auront peut-être pas les moyens d'acheter des camions autonomes, et les transports transfrontaliers ou de produits pétroliers ou dangereux seront probablement exclus. Tout cela peut donc retarder l'arrivée du transport commercial autonome ou en réduire l'incidence. En comparaison, les transports en commun, les taxis, le tourisme et les transports postaux et de messagerie, qui compte quelques 107 000 emplois, seraient probablement plus facile à automatiser (p. ex. des sociétés de transport urbain communautaire contrôlant davantage de variables, le covoiturage, les drones de livraison ou le tri postal). Les services d'entreposage, qui comptent 14 000 emplois (moitié moins qu'il y a trente ans), pourraient voir les grands entrepôts profiter de robots manutentionnaires (idem pour les gares de triage ou les ports, avec des grues et des camions autonomes). Ainsi, le « potentiel d'automatisation » offert par les technologies nouvelles du type intelligence artificielle ou robots dotés de dextérité et de vision avancées ne signifiera pas nécessairement une « automatisation réelle ». Tout dépendra :

- de la taille des entreprises et de leur capacité d'investir dans les automates ou les personnes, ou les deux;
- du coût des technologies d'automatisation par rapport au coût de la main-d'œuvre dans le secteur;
- des normes et des conventions de travail existantes (et de la résistance de ceux qui en profitent);
- de l'intensité concurrentielle.

De plus, certaines technologies nécessiteront davantage de travailleurs en création, supervision et maintenance de systèmes automatisés et/ou une présence et une contribution humaine pour mener à bien des tâches. Toutes ces variables sont difficiles à modéliser.

Le tableau 1 présente des probabilités d'automatisation, le nombre d'emplois et les masses salariales potentiellement touchés dans cinq secteurs économiques au Canada.

Tableau 1

Effets de l'automatisation et de la robotisation au Canada par secteur

Secteur	Probabilité d'automatisation (%)	Nombre d'emplois touchés (N)	Salaires totaux de ces employés (G\$)
Service de restauration et d'hébergement	69	8 200 000	21,4
Manufacturier	61	900 000	40,5
Commerce de détail	49	941 000	31,1
Services administratifs et gouvernementaux	41	792 000	38,2
Santé et services sociaux	37	657 000	31,9

Source : McKinsey Global Institute, janvier 2017.

Comme le propose l'économiste du MIT Dan Autor et d'autres, on peut toutefois réfléchir à deux familles et quatre catégories de travail qui distinguent les tâches routinières des tâches non routinières et le cognitif du non-cognitif :

- Le « **travail manuel routinier** » est beaucoup plus susceptible d'être exécuté par une machine ou par un logiciel intelligent dans un proche avenir. C'est le cas, par exemple, de la préparation de médicaments en milieu hospitalier ou des aliments dans une usine ou un restaurant, de la récolte de céréales et des petits fruits, de la conduite d'une rame de métro ou d'un poids lourd dans une mine, du classement d'objets ou de documents, du déchargement d'un navire ou d'un train, etc.
- Le « **travail cognitif routinier** », requis par les secteurs des services administratifs, de la santé, de la finance et du commerce de détail, par exemple, sera ciblé par l'intelligence artificielle, avec plus ou moins de succès ou de rapidité, selon la répétition et la complexité des tâches. Ce qui n'est pas nécessairement une mauvaise nouvelle, si la collaboration avec l'intelligence artificielle et les automates permet à un travailleur de se concentrer sur ce qu'il fait le mieux et plus rapidement. Le « **travail**

Le « travail cognitif non routinier » sera plus à l'abri des robots et des logiciels intelligents.

routinier » dans son ensemble représente peut-être 57,7 % des emplois, selon l'Institut C.D. Howe. Le tiers d'entre eux risquent de disparaître d'ici 2025, situation qui touchera en particulier les travailleurs peu scolarisés.

- Le « **travail manuel non routinier** », dont l'emploi total au Canada serait passé de 7,2 % à 8,8 % entre 1987 et 2015, sera plus difficile à automatiser, surtout si les tâches incluent des éléments sensoriels moteurs (dextérité), l'improvisation de plans et de décisions, un grand espace de travail (p. ex. un chantier de construction, un édifice à plusieurs étages, un centre des congrès) et des communications complexes. Le professeur Erik Brynjolfsson du MIT considère comme assez bien protégés¹⁶ des emplois tels que ceux de préposés aux malades, techniciens en santé ou policiers, qui pourraient mieux s'en sortir, mais des avancées en visualisation et motricité fine pourraient bouleverser diverses professions, du cuisinier au plombier, en passant par le concierge ou le contremaître.
- Le « **travail cognitif non routinier** » sera plus à l'abri des robots et des logiciels intelligents. Cette catégorie, qui représente 30,6 % de l'emploi au Canada, exige notamment des capacités d'analyse non standardisée, de l'improvisation, de l'initiative, la résolution de problèmes nouveaux, de la créativité, une transmission de savoir, la direction et/ou la supervision d'autres personnes (ou machines), de l'autonomie dans le style de gestion (décisions, temps ou façons de faire) et des aptitudes sociales telles que l'écoute, l'empathie, l'entraide et le plaisir à travailler en équipe. Les exemples de ce type de travail abondent : nutritionnistes, professionnels aux services des handicapés et des accidentés, conseillers académiques et pédagogiques, psychologues, agronomes, infirmières spécialisées, enseignants du primaire et du secondaire, techniciens en service de garde, ingénieurs (cadres), artistes, chefs cuisiniers, athlètes et entraîneurs, gestionnaires d'événements ou entrepreneurs. Toutes ces professions bien « humaines » pourraient même bénéficier de l'aide des « machines » pour s'améliorer.

16 Nick Heath, « *Why AI could destroy more jobs than it creates, and how to save them* », *Tech Republic*, 2015.

Comme dans le cas des effets positifs de la robotisation du secteur manufacturier (baisse des prix, hausse de la demande et de l'emploi total d'un secteur)¹⁷, l'informatisation d'un emploi pourrait aussi en accroître la demande¹⁸, tout en laissant plus de place au travail créatif. On trouve cet optimisme chez Thomas Davenport, professeur au Babson College, ou chez, là encore, David Autor du MIT, entre autres qui affirment qu'on doit voir dans la menace de l'automatisation une occasion d'accroître le talent humain. Les automates s'occuperont du travail routinier, tandis que les personnes excelleront dans le travail non routinier. Les complémentarités homme/machine vont stimuler le rendement et la productivité des travailleurs, qui seront plus satisfaits et même mieux rémunérés. Encore faudra-t-il que les employeurs favorisent le binôme humain/machine plutôt que de marchander l'un contre l'autre (tous les patrons n'auront pas les moyens d'investir dans les deux). De plus, une revalorisation de la rémunération du travail, non plus mesurée à l'heure mais à la valeur, devra accompagner la relation « donneur d'ordre/travailleur ».

Fintech et emplois financiers

Le secteur des technologies financières est particulièrement intéressant à suivre. On sait déjà que davantage d'emplois financiers (gestionnaires de fonds, personnels bancaires, actuaires, comptables, analystes financiers ou du crédit, agents de conformité ou de réclamation) pourraient être remplacés par des technologies automatisées. En même temps que des « robo-advisors » se substituent aux courtiers en placement, les technologies du type blockchain, les cryptos-devises, les données massives permettant la création de nouveaux calculs de primes d'assurance, les micro-mutuelles financières virtuelles ou les prêts entre particuliers auront une incidence sur les métiers de la banque, du courtage ou de l'assurance. Selon Goldman Sachs, à elle seule, la technologie des blockchain fera perdre à la banque et à ses pairs quelque 11 à 12 G\$ US en frais de transaction et d'administration sur les opérations boursières et autres titres, sans compter la fin probable des frais de lettres de crédit et des frais de conciliation de contreparties. Pour compenser, les grandes institutions financières pourront éliminer des centaines de milliers de postes liés à la tenue

17 Ce qui n'est pas le cas dans tous les secteurs manufacturiers, ni dans l'agriculture.

18 Par exemple, l'augmentation du nombre de travailleurs dans le secteur bancaire parallèlement à celle du nombre de guichets automatiques.

de livres et au maintien de la conformité. Le créneau des *fintech* est déjà un secteur en pleine effervescence, avec des investissements en capital de risque de 14,4 G\$ US en 2015, selon KPMG, et des investissements de 20,9 G\$ US en 2016, selon Citi. Les *intech* vont modifier le marché de l'assurance, et les *regtech* (conformité et archives réglementaires) vont bouleverser le travail de bien des spécialistes, voire de professions entières (les notaires). Le secteur des services financiers emploie quelques 150 000 personnes au Québec (4,3 % des emplois en 2015), principalement à Montréal et à Québec. Si 25 % des emplois étaient automatisés, soit 37 500, un certain nombre des travailleurs concernés pourraient être redéployés vers d'autres fonctions, tandis que le secteur des technologies financières créerait lui-même de nouveaux postes. Une baisse possible des frais financiers ou un meilleur accès aux services financiers pourrait aussi stimuler une hausse de la demande et nécessiter davantage de travailleurs dans ce secteur.

Les nouveaux modèles d'affaires

Le deuxième phénomène découle principalement de la thématique précédente : **les nouveaux modèles d'affaires**. À l'instar d'Uber ou d'Airbnb, de nouvelles entreprises verront le jour et offriront de simplifier l'accès, d'accélérer la performance et de réduire le coût de bon nombre de biens et de services¹⁹. Qu'ils soient du type « économie partagée » ou « économie nouvelle », nous serons témoins de deux formes d'impact :

- l'élimination d'entreprises établies de longue date (extinction) par la désintermédiation et donc l'arrivée de nouveaux acteurs économiques locaux ou étrangers la propulsant;
- l'émergence de nouvelles activités commerciales induites par l'automatisation²⁰.

19 On doit remettre les avancées de l'automatisation dans leur contexte actuel. L'après Grande Récession et la période de stagnation, d'incertitude et de faible investissement privé qui la caractérise ont accéléré les baisses de coûts et les coupures. Toute technologie qui va dans ce sens (pas chère et plus efficace) devient plus populaire qu'une autre (chère et à rendement plus lent).

20 Permettant parfois la réinvention, voire la privatisation, de certains services sociaux.

Les effets secondaires des nouveaux modèles d'affaires auront évidemment une incidence sur les recettes publiques, la concurrence et la réglementation.

Les services à la demande, le sur mesure, les services et achats à distance, le tout-connecté et immédiat, la fabrication par impression 3D et l'économie collaborative poursuivront leur essor. Il connaîtra quelques ratés et quelques excès d'ici 2030, mais l'impact de la tendance sur les modèles d'affaires sera réel dans bon nombre d'industries québécoises.

On devrait l'envisager comme étant l'avenir des « nouveaux modèles de consommation » – notamment ce que voudront les générations Y et les milléniaux et ce qu'exigeront les consommateurs âgés (l'essentiel de la nouvelle demande). Après les taxis ou les appartements de tourisme, ce sont d'autres secteurs qui seront frappés par la désintermédiation de l'offre ou la déstructuration de la demande, la hausse et la diversification de l'offre virtuelle, et une ouverture des frontières qui transcende les lois, les douanes et les autres autorités souveraines. On s'apercevra aussi que ces modèles stimuleront les PME et l'entrepreneuriat grâce à des plateformes numériques permettant à une offre spécialisée et « marginale » de trouver une masse critique d'acheteurs. Déjà, des millions de personnes gagnent un revenu d'appoint sur eBay ou Amazon, et davantage de « micro-entrepreneurs » en profiteront et y trouveront sans doute de bonnes carrières.

Les effets secondaires des nouveaux modèles d'affaires auront évidemment une incidence sur les recettes publiques. Par exemple, lorsque davantage d'actifs seront intangibles (droits d'auteur, accord de redevances pour référencement, brevets), il sera facile aux PME et aux particuliers de délocaliser eux-aussi « à la Apple » leur lieu d'imposition, d'éviter la TVQ et de pratiquer l'évasion fiscale (surtout s'ils sont payés en *bitcoin*). Les fiscalistes auront plus de créativité dans ce domaine que l'ordinateur *Watson* d'IBM. De leurs côtés, le commerce en ligne, une meilleure offre de restauration livrée à domicile ou le télétravail et l'économie des pigistes, par exemple, entraîneront la fin de grands commerces de détail, la fermeture ou la relocalisation de restaurants et d'édifices à bureau, ce qui se répercutera sur les taxes municipales commerciales et, qui sait, sur la valeur des actifs immobiliers des banques et des caisses de retraite. L'automobile partagée à la demande, qui va d'un usager à l'autre, aura comme conséquence de réduire la rareté et donc le prix des stationnements au centre-ville (et les revenus tirés des taxes et des contraventions).

Comme l'explique la section suivante, on se préoccupera des perdants que créent les nouveaux modèles d'affaires et des inégalités dues à la typologie du « gagnant qui rafle la mise » (*winner takes all*). Quand un petit nombre de méga-entreprises (on pourrait aussi les appeler méta-entreprises) à la Google, Facebook, Netflix ou Amazon emportent un marché mondial et font tomber les vieilles entreprises jusque-là « maîtresses des lieux », on observe une consolidation monstre, rapide et très payante. De plus, considérant que l'intelligence artificielle améliore sa capacité décisionnelle à partir d'un accès à un flux de données massives, sources qui appartiennent à un oligopole de leaders du numérique, ces gagnants pourraient bien « camper » sur leur position dominante pendant un certain temps.

Des *outsiders* qui deviennent des monopolistes sans frontière amasseront de grandes fortunes – assez pour se défendre contre le prochain *outsider*? L'adaptation récente des nouveaux maîtres laisse penser qu'ils ont déjà plusieurs coups d'avance sur l'échiquier de la concurrence « x.0 ». En voici des exemples : Tesla avec ses batteries électriques, ses logiciels d'IA, de *big data* et de télématique, ou son patron (Elon Musk) qui veut faire de SpaceX une entreprise de services Internet à partir de l'espace et exploiter Mars un jour; Amazon dans l'infonuagique, l'audiovisuel, la livraison par drone et l'alimentation-santé; ou Alphabet (Google) avec ses projets de voitures autonomes, de prolongement de la vie, de détecteurs de maladies (*health wearables*), de réalité virtuelle ou augmentée, de domotique, de traduction orale automatique simultanée et dans les énergies solaires et l'information géospatiale.

Ces méga-entreprises monopolisent l'essentiel des meilleurs cerveaux de leurs domaines, possèdent d'énormes capacités techniques sans rival possible (puissance informatique, mégadonnées, algorithmes) et peuvent déboursier des centaines de millions de dollars pour « s'amuser » avec une *start-up*, un projet de R-D ou un concurrent potentiel qui les fascine²¹.

21 Par exemple, l'acquisition par Google de l'entreprise de domotique *Nest* pour 3,2 G\$ US, de robots militaires *Boston Dynamics* (revendue à *Softbank*) et de drones solaires *Titan Aerospace*, celles de *WhatsApp* pour 19 G\$ US, d'*Oculus Virtual Reality* pour 2 G\$ US et *LiveRail* (vidéos) pour 500 M\$ US par *Facebook*, et de *LinkedIn* par *Microsoft* pour 26 G\$ US.

Le rôle des gouvernements dans l'encadrement et la supervision de ces nouveaux modèles d'affaires sera la source de bien des inquiétudes. Des conflits syndicaux, professionnels et « patronaux » sont à prévoir, si on ne parvient pas à équilibrer les bouleversements économiques correctement et à temps. Gérer la « nouveauté accélérée » du secteur privé, avec ses risques et ses gains potentiels, exigera une fonction publique compétente et proactive. La compréhension des objectifs des entreprises et l'anticipation de leurs effets exigeront des équipes dédiées et perspicaces, aptes à se détacher des pressions populistes ou des entreprises établies et de leurs lobbyistes. La politique industrielle et l'investissement public se contrediront parfois dans des rôles incompatibles de co-investisseur, de facilitateur des nouveaux modèles ou de gardien des entreprises établies.

Toutefois, on ne devrait pas confondre la réglementation des nouveaux modèles d'affaires avec une « illusion » de leur création par l'État, quand bien même l'élimination de règles dépassées ou contraignantes aidera à libérer de nouveaux potentiels de croissance. L'écosystème du monde des affaires va continuer à changer de lui-même, avec ou sans intervention gouvernementale, et le Steve Jobs de demain ne se départira pas de son ambition au profit du gouvernement (à qui il laissera peut-être ses risques!). La « destruction créatrice » annoncée par l'économiste autrichien Joseph Schumpeter dans les années 1940 se ressentira encore dans quelques extinctions d'entreprises qui accompagneront la naissance de nouveaux prédateurs, réduisant temporairement l'activité économique. Le Québec Inc. aura-t-il plus de *licornes*²² que de *zombies*? Ce sera peut-être à ce moment précis que l'intervention gouvernementale pour atténuer la douleur des périodes d'ajustement sera la plus appropriée.

22 En anglais, *unicorns* désigne de jeunes entreprises valorisées à plus de 1 G\$.

Bouleversements technologiques : action ou inaction gouvernementale ?

Seulement 41 % des Canadiens croient que les avancées technologiques vont offrir plus d'avantages positifs que négatifs. En tout, 51 % ont du mal à rester à jour, étant donné la rapidité des changements technologiques²³. Ces changements s'accroissent, se compliquent et ont des conséquences cumulées difficiles à évaluer, non seulement pour ce qui est de l'intelligence artificielle et de la robotisation, mais aussi en ce qui concerne les biotechnologies, les neuro-technologies, les nanotechnologies, les nouveaux matériaux, les technologies spatiales, etc. Il faudra donc modifier ou adopter de nouvelles lois, de nouvelles normes, de nouveaux protocoles et de nouvelles taxes, ce qui exigera des compétences que le gouvernement aura parfois du mal à trouver au sein de sa fonction publique dans la résolution du dilemme suivant.

À tout empêcher ou imposer, on se privera d'avantages et de possibilités, tout en favorisant l'inefficacité. Empêcher l'adoption des technologies nouvelles serait une grave erreur, car elles contribuent à l'essor de la productivité, tout en aidant les industries manufacturières ou des services et en évitant des pénuries de main-d'œuvre. Elles pourront même encourager le rapatriement de certaines productions et la baisse des prix.

À ne rien (re-)réglementer, on laissera les technologies prendre trop de place, de contrôle et de risques, on perdra des connaissances et des potentiels humains, et qui sait, on risquera d'exposer la population à de nouveaux dangers (p. ex. des systèmes de défense autonomes qui se font la guerre sans se soucier des coûts humains; des logiciels autonomes de génomique ou biosynthétique qui créent des formes de vie et des maladies; de la discrimination systémique par des automates-recruteurs ou conseillers, des camions autonomes « en fuite », etc.).

Toute en évitant l'ambivalence ci-haut mentionnée, il faudra privilégier l'expérimentation plutôt que des réformes « toutes faites » ou « toutes défaites » dès leur annonce. La communication gouvernementale devra être claire et soutenue... et les critiques et les Cassandre, faire preuve de plus de retenue.

23 Source : sondage *CanadaNext*.

Les effets au Québec

En 2017, 33 % des Québécois croient que les progrès technologiques vont créer plus d'emplois et de meilleurs emplois, alors que 38 % pensent l'inverse²⁴. Les révolutions technologiques ont toujours stimulé des changements à vitesse variable (accélération/décélération des « adoptions » et des chocs technologiques), créé des stress sociétaux et forcé une redistribution des opportunités et de la richesse. Chaque fois, des ajustements ont été nécessaires²⁵. L'ampleur et la rapidité de la révolution qui s'amorce demeurent contestées, mais on sous-estime souvent les conséquences et les retombées des bouleversements techno-économiques, faute de prospective précise quant aux inventions elles-mêmes, aux actions des entrepreneurs et au déploiement desdites innovations. On peut toutefois supputer quelques effets.

Le tableau 2 présente les secteurs les plus à risque en matière d'automatisation au Québec (% de risque, nombre d'emploi et salaires annuels)

Tableau 2
Secteurs québécois les plus à risque d'automatisation

(Données de 2015)

	% de haut risque d'automatisation	Nombre total d'employés, main-d'œuvre directe et indirecte	Nombre d'emplois potentiellement automatisés	Salaire annuel moyen (en \$)
Secteurs les plus à risque d'automatisation en fabrication				
Préparation d'aliments	65,5	56 830	37 210	42 491
Imprimerie et activités connexes de soutien	58,9	14 480	8 525	42 366
Production des machines et des produits électriques, électroniques et informatiques	60,9	13 644	8 314	62 659
Fabrication de boissons et de produits du tabac	65,5	9 263	6 065	58 924
Secteurs les plus à risque d'automatisation dans des secteurs autre que la fabrication				
Camionneurs/camionneuses	93,8	54 300	50 911	42 120
Concierges et surintendants/surintendantes d'immeubles	96,1	23 000	22 110	37 502

(à suivre)

24 Source : sondage *CanadaNext*.

25 Ajustements à distinguer – *Révolutions technologiques d'automatisation* : les téléphonistes, les employés des comptoirs bancaires, d'enregistrement ou de stationnement ont été remplacés par des machines. *Révolutions technologiques de modèle d'affaires* : les comptables, les employés des agences de voyages et des magasins de location de vidéos ont été victimes de *TurboTax*, d'*Expedia* et de *Netflix*. *Révolutions de remplacement* : photograpeurs et monteurs de plaques en imprimerie, réparateurs de télécopieurs ou de téléphones à cadran.

Tableau 2 (suite)

Secteurs québécois les plus à risque d'automatisation

(Données de 2015)

	% de haut risque d'automatisation	Nombre total d'employés, main-d'œuvre directe et indirecte	Nombre d'emplois potentiellement automatisés	Salaire annuel moyen (en \$)
Soudeurs/soudeuses et opérateurs/opératrices de machines à souder et à braser	95,1	19 700	18 733	43 306
Ouvriers/ouvrières agricoles	97,7	12 300	12 017	30 701
Techniciens/techniciennes en comptabilité et teneurs/teneuses de livres	96,2	11 300	10 871	43 306
Bouchers/bouchères, coupeurs/coupeuses de viande et poissonniers/poissonnières - commerce de gros et de détail	94,1	8 100	7 620	31 304
Opérateurs/opératrices de machines à travailler les métaux légers et lourds, et de machines de formage	93,4	5 300	4 949	39 603
Personnel de blanchisseries et d'établissements de nettoyage à sec et personnel assimilé	92,6	4 200	3 889	34 278
Opérateurs/opératrices de machines à façonner le papier	93,0	2 900	2 697	39 333
Opérateurs/opératrices de machines d'autres produits métalliques	93,0	2 100	1 953	38 085
Autres opérateurs/opératrices de machines dans la transformation du bois	91,9	2 000	1 838	43 389
Vitriers/vitrières	92,3	1 700	1 569	53 040
Tisseurs/tisseuses, tricoteurs/tricoteuses et autres opérateurs/opératrices de machines textiles	94,8	ND	ND	ND
Opérateurs/opératrices de scies à chaîne et d'engins de débardage	93,4	ND	ND	ND
Personnel du forage et de l'entretien des puits de pétrole et de gaz et personnel assimilé	92,2	ND	ND	ND

Sources : Statistique Canada, Institut C.D. Howe basé sur McKinsey. Calcul des salaires : salaire horaire moyen multiplié par 40 (heures) * 52 semaines.

Effets sociaux-économiques

Le premier effet est évidemment la continuation d'une économie fondée sur le capital et les technologies plutôt que sur l'emploi, touchant soit des secteurs où on fait plus et mieux avec moins de travailleurs ou des secteurs freinés par l'inflation des salaires²⁶. Ceux-ci sont déjà en train

²⁶ Si elle avait lieu, l'inflation des salaires liée à la rareté de la main-d'œuvre nécessiterait un débat dans l'avenir, notamment quand de grands projets de construction ou d'exploitation des ressources exigeront plus de travailleurs étrangers.

Seules des professions non routinières seront plus à l'abri de cette substitution technologique.

de se scinder en « spécialisés et bien payés » et « faiblement qualifiés et mal payés », ce qui explique deux mouvements :

- celui de la hausse du nombre de catégorie d'emplois à fort potentiel d'automatisation, donc de désuétude;
- celui de l'écart accru entre les riches et les pauvres.

Le débat passera du niveau de vie au niveau d'employabilité, soit des nantis par rapport aux démunis (*have vs have not*) à celui de ceux qui peuvent travailler par rapport à ceux qui ne peuvent pas (*can work vs can not work*).

Comme nous le mentionnons plus haut, les emplois dits « professionnels » (p. ex. santé, éducation, droit, finance) qui nécessitent des études supérieures et reçoivent une rémunération qui l'est tout autant mais sont aussi des métiers « cognitifs routiniers » seront également visés par l'automatisation. On ne parlera plus uniquement de remplacement d'emplois « manuels routiniers », à savoir-faire faible ou moyen, par des machines et logiciels intelligents. Seules des professions non routinières, exigeant des capacités d'abstraction et d'analyse non standardisées, de l'improvisation, de la résolution de problèmes nouveaux, de la créativité, de la communication complexe, une transmission de savoir ou la supervision d'autres personnes (ou machines) et de l'esprit d'entreprise seront plus à l'abri de cette substitution technologique. Dans le domaine de la santé, par exemple, on aura peut-être moins de radiologistes, mais plus de techniciens en podiatrie. Des machines intelligentes et des « systèmes experts » feront la lecture de l'imagerie médicale et permettront à des super-infirmières de poser des diagnostics et de pratiquer des interventions bénignes actuellement réservées aux médecins et dont le nombre est limité par bien des contraintes (nombre de spécialistes, temps, espace, matériel, etc.).

En cinq à dix ans, l'impact économique des nouvelles technologies dépendra :

- du nombre d'emplois créés en comparaison des emplois perdus (gains moins pertes salariales)²⁷;
- de l'activité économique générée (plus ou moins de PIB, lui-même peut-être calculé différemment en raison du calcul de l'intrant technologique);
- de la hausse ou de la baisse des salaires et des activités imposables.

Si par le passé, les technologies ont créé plus d'emplois à long terme qu'elles n'en ont supprimé, l'estimation tant des catégories d'emplois menacées que des créneaux économiques visés demande cette fois une attention pointue et distincte. Bien que cette simulation de progression et d'impact des phénomènes disruptifs soit difficile à produire, on devrait y appliquer trois vecteurs :

1. différents taux de progression de la substitution « machine/emploi » par catégorie d'emploi (réduction du nombre d'heures et/ou disparition des postes);
2. différents taux de progression de l'augmentation « machine/emploi » par catégorie d'emploi (hausse de la productivité, de la qualité et/ou de la création de postes);
3. des capacités variables d'adaptation des organisations (capables ou non d'adopter et d'acheter les nouvelles technologies et d'investir en même temps dans les personnes).

L'avenir nous le confirmera, mais la période d'adaptation des organisations et de leurs salariés pourrait être trop courte pour certains ou pas assez rapide pour les organisations en pénurie de travailleurs. Demeure un curieux paradoxe : les promoteurs des nouvelles entreprises et technologies pourraient quant à eux ne pas trouver suffisamment de main-d'œuvre spécialisée et connaître des imprévus d'exécution (voir l'encadré *Robots et logiciels intelligents : pas sans pépins*). Toutefois, si les automates en venaient à prendre la place des

27 Dans une enquête auprès d'experts en technologies d'avenir, TechCast a développé un scénario intitulé *Job Failure* dans lequel le chômage grimpe à 10 % et devient la norme vers 2021 (+/- 3 ans), avec des effets sociaux graves. C'est en partie la crainte de la mauvaise adaptation des travailleurs aux nouvelles technologies susmentionnées qui justifierait ce pessimisme.

travailleurs spécialisés (rares ou trop chers pour exécuter des tâches cognitives routinières ou non routinières), on pourrait craindre une période de stagnation économique au Québec, en raison de l'érosion du nombre de travailleurs les mieux payés (elle-même coïncidant avec l'augmentation du nombre de travailleurs sous-employés, inactifs, retraités ou chômeurs technologiques).

Robots et logiciels intelligents : pas sans pépins

L'adoption des nouvelles technologies dépendra de phénomènes parallèles : la disponibilité des technologies, leur « abordabilité », la volonté des entreprises et des personnes de les faire leur²⁸, et les techno-risques. Ce déploiement étant au cœur de l'examen de la capacité d'adaptation de la main-d'œuvre, il est important de considérer les freins et obstacles potentiels, dont ceux-ci :

- le manque de fiabilité et les dangers pour la sécurité humaine des nouvelles applications et des nouveaux robots;
- des problèmes de cybersécurité (vol, espionnage, manipulation, attaque, contamination, etc.);
- des querelles de normalisation et d'incompatibilité des interfaces pour permettre la transmission des données et les communications entre objets et utilisateurs sans contraintes de frontières ou de normes;
- des querelles de brevets;
- l'absence ou la déficience de ressources des organisations pour investir et profiter des technologies et pour se doter du leadership et du capital humain pour le faire;
- la rareté, les prix ou les problèmes d'approvisionnement en ressources matérielles et naturelles (composantes électroniques, satellites fonctionnels, terres et minéraux rares, énergie, eau, etc.);
- des avancées technologiques mal synchronisées qui retardent la commercialisation croisée (convergence) des innovations de secteurs scientifiques variés (IA, capteurs, robotique, nanotechnologie, énergie, matériaux, biotechnologie, spatial, infonuagique à haute capacité, etc.);
- l'obsolescence du droit commercial et civil, y compris des problèmes liés à la responsabilité, à la protection des renseignements personnels et de la propriété

28 En plus des personnes peu enclines à se tenir informées des dernières technologies, des consommateurs préféreront les produits artisanaux, faits à la main et à proximité, en y attachant parfois une note de prestige.

Mais la *gig economy* – l'économie des boulots à la pige – est aussi celle de la précarité avec son lot d'insécurité.

intellectuelle, à la réponse juridique face à la cybercriminalité, aux monopoles et à la concurrence déloyale;

- une fiscalité inapplicable qui rend une application en ligne quasi ou totalement illégale.

Ces problèmes, isolés, simultanés ou liés entre eux, pourraient ralentir la tendance et transformer nos angoisses face aux automates.

Le deuxième effet concerne la nature du statut en matière d'emploi : employable ou inemployable, salarié ou pigiste. Bien que les données nous manquent, les entreprises de l'économie partagée et des nouvelles technologies semblent favoriser le recrutement de pigistes (tout en augmentant leur propre base de travailleurs). L'éclatement des fonctions provoqué par les nouveaux modèles d'affaires du numérique, fondés sur le « sur demande », le « moins cher » et la rapidité des changements d'offre (donc de production), repose sur l'accessibilité d'une main-d'œuvre volontaire pour ce type de prestation (à la demande, moins bien payée, flexible). Pour de nombreux travailleurs, ce modus vivendi est convenable, voire parfait. Sorte de quasi-entrepreneurs, certains deviennent des travailleurs autonomes aux revenus adéquats qui font même travailler d'autres personnes. D'autres, des travailleurs à domicile, à temps partiel²⁹ ou même nomades, y trouvent un meilleur équilibre travail-famille et un revenu d'appoint essentiel.

Mais la *gig economy* – l'économie des boulots à la pige – est aussi celle de la précarité avec son lot d'insécurité (financière, juridique, temporelle, de compétences, etc.). Sous l'effet des nouvelles technologies, des créneaux d'emplois favoriseront les statuts de travailleurs pigistes ou autonomes, mais il est encore trop tôt pour les identifier. Mais si davantage de citoyens deviennent volontairement ou involontairement travailleurs pigistes ou autonomes³⁰, ils devront s'organiser différemment pour bénéficier des éléments de sécurité qu'offre le travail salarié. Le

29 76 % du travail à temps partiel au Québec en 2015 était « volontaire ». Source : *Le marché du travail au Québec*, 2016, Emploi Québec.

30 Selon le CIRANO, au Québec, 13,6 % de travailleurs étaient autonomes en 2015, contre 15,7 % en Ontario et 15,4 % au Canada. Selon l'ISQ, il y avait 555 000 travailleurs autonomes au Québec en 2016, soit seulement 2 800 de plus qu'en 2008. Selon Statistique Canada, il y en avait 2,7 millions au Canada en 2016.

gouvernement devra peut-être proposer des régimes d'assurance-revenu ou d'épargne-retraite adaptés ou des barèmes pour les heures supplémentaires (et les imposer aux opérateurs de plateformes numériques), voire des protections juridiques (contre des clients-employeurs qui ne respectent pas leurs engagements ou font travailler leurs prestataires en heures supplémentaires sans adapter leur tarif, par exemple).

Effets géographiques

Une économie hautement technologique tend à graviter autour de pôles urbains dotés d'infrastructures avancées (réseaux informatiques, cellulaire et wifi à haut débit, centres de mégadonnées, laboratoires, technologies urbaines de pointe, centres de téléchargement de données géospatiales) et de centres de savoir avancés (universités, entreprises de R-D, incubateurs ou accélérateurs d'entreprises innovantes). Il y a un « biais de présence de main-d'œuvre » qui augmente la présence et la vitesse de déploiement des industries du numérique. Une fois établies, elles attirent de nouveaux travailleurs du savoir, ce qui menace l'avenir des petites villes, si elles ne se réinventent pas. La prestation de services, notamment gouvernementaux, à distance pourrait aussi affaiblir les centres régionaux. À leur avantage, la délocalisation que permettent les technologies numériques, qui rendent distance et lieu moins essentiels au fonctionnement d'une entreprise innovante, pourrait donner un nouvel élan aux petites villes qui offrent une bonne qualité de vie et sont plus accessibles en termes de coûts (salaires, immobilier, imposition, taxes municipales, etc.).

Les techno-révolutions vont accroître la sous-traitance et l'impartition internationale des tâches, ce qui veut dire plus de télé-spécialistes étrangers, une fabrication sur demande à distance et l'accès à un bassin de main-d'œuvre étrangère et de services entièrement délocalisés et (semi-)automatisés. Capables d'utiliser les algorithmes, des millions de nouveaux travailleurs du savoir en Asie et ailleurs (peut-être un jour en Afrique francophone) pourront atteindre le secteur des services québécois et aider à soulager le problème de la rareté de travailleurs québécois compétents, mais au détriment des salaires et des emplois

Après l'anti-mondialisation syndicale et l'anti-développement écologiste, la classe politique sera confrontée au populisme des anti-robots.

locaux. Le protectionnisme pourrait se durcir dans l'industrie des services transfrontaliers³¹. De plus, la concurrence internationale sera difficile à freiner devant la présence de méga-entreprises « à la Google ou à la Amazon » qui seront en situation de quasi-monopoles au Canada, et ce pour un coût d'expansion marginal³². L'activité économique locale subira le contrecoup de la montée continue du « tout numérique et virtuel », comme le secteur du commerce de détail ou des agences de voyages, par exemple. La question de taxer ou non la livraison de services virtuels au Québec par des entités basées à l'étranger qui n'ont aucune activité sur notre territoire se pose déjà (p. ex. Netflix).

Effets politiques

Les travailleurs vulnérables aux changements technologiques deviendront progressivement plus revendicateurs, selon leur niveau de compétences, leur âge et la « transférabilité » de leur savoir-faire à des métiers connexes. Après l'anti-mondialisation syndicale et l'anti-développement écologiste, la classe politique sera confrontée au populisme des anti-robots. Lorsque ces travailleurs vulnérables seront déjà syndiqués, on peut imaginer que leurs syndicats seront plus exigeants et actifs dans leurs revendications auprès de l'État. Proposeront-ils de taxer les robots, d'imposer davantage les entreprises du secteur numérique, ou chercheront-ils tout simplement à empêcher l'adoption des technologies d'automatisation?

On observera aussi le lobbying de certains ordres professionnels³³ (peut-être les arpenteurs, les avocats, les comptables, les médecins, les notaires, les pharmaciens, les physiothérapeutes ou les traducteurs) qui, dans la défense de leur profession, contesteront la légalité ou empêcheront la reconnaissance de certains actes. Des débats technocratiques « anti-techno », mais protectionnistes dans l'âme,

31 Déjà présente dans le rapatriement forcé des centres d'appels exigé par les pouvoirs publics pour le service à la clientèle. Idem dans le domaine des centres de traitement de données.

32 Un exemple similaire fictif dans la « vieille économie » serait la déréglementation aérienne, bancaire ou agricole permettant aux entreprises américaines de desservir le marché canadien ou d'y vendre sans y investir.

33 Les 46 ordres professionnels au Québec comptent au total quelque 385 000 membres.

occuperont les professions (auto)réglementées, les politiciens et les médias pendant plusieurs années.

Si l'automatisation accentue la précarité et l'angoisse des travailleurs du secteur privé, on peut aussi prévoir un débat sur les conditions d'emploi de la fonction publique. Cet échange dépendra de la volonté politique de laisser les révolutions technologiques pénétrer davantage la gestion du gouvernement et des municipalités et diminuer les coûts (sans affecter la qualité des services, voire les améliorant), obligeant à réaffecter ou à congédier des salariés de l'État³⁴ ou des villes. Grâce aux nouvelles technologies, dont les méga-données, le gouvernement et les municipalités auront aussi de nouvelles occasions de démythifier la demande et la prestation des services ainsi que la gestion par résultat. Ils pourront mieux investir leurs ressources. Ou mieux soustraire (partiellement ou entièrement) des tâches et des processus à une nouvelle génération de fournisseurs : entreprises privées ou sociales ou travailleurs autonomes, tous hautement innovants et numérisés, dont les données et le rendement seront complètement accessibles en temps réel, tant par l'administration publique que par les citoyens utilisateurs.

Effets sur les syndicats

Tout comme l'entreprise privée, les syndicats devront eux aussi s'adapter aux défis démographiques et technologiques. L'accélération des départs à la retraite jumelée à la croissance du nombre de jeunes travailleurs non syndiqués et de postes robotisés ou automatisés continueront de se ressentir dans le *membership* et les revenus des syndicats. On compte quelque 1,27 million de travailleurs syndiqués au Québec, dont 1 million dans le secteur des services, 748 000 dans la fonction publique, 167 000 dans le secteur manufacturier et 107 000 dans celui du commerce de détail. Dans l'avenir, diminués par l'érosion des effectifs, certains syndicats devront peut-être fusionner. D'autres devront songer à redistribuer leurs fonds aux syndiqués remplacés par les machines

34 Hypothèse : Info-santé, le Centre antipoison, Service Québec, Tourisme ou Revenu Québec s'automatiseront partiellement beaucoup mieux, de telle sorte que des contractuels pourraient répondre uniquement aux appels que les machines ne sauront pas traiter. Autre exemple : la technologie des *blockchain* permettra de réduire au minimum le nombre de fonctionnaires nécessaire à la gestion des permis, des certificats, des relevés et autres documents gouvernementaux ou municipaux.

sous forme de bourses de recyclage. Toutefois, une augmentation du nombre de travailleurs autonomes et à la pige pourrait offrir l'occasion de regrouper ceux-ci au sein d'un nouveau syndicat ou peut-être d'une mutuelle de travailleurs (p. ex. une coopérative les solidarisant, offrant des produits d'assurance et prenant leur défense dans un front collectif). Les nouveaux métiers offriront aussi de nouvelles possibilités syndicales. La machinisation du secteur manufacturier face à la hausse des salaires dans les années 1950, 1960 ou 1970 n'a pas mis fin à la syndicalisation de ce secteur. Reste à voir ce que sera l'opposition syndicale à l'automatisation des tâches, voire à celle de l'abolition des postes et des métiers. Après les luttes contre la sous-traitance ou contre la mondialisation, celle contre les « robots » animera certains leaders syndicaux, notamment ceux qui représentent le secteur des services.

Le tableau 3 présente les principales professions syndiquées au Québec.

Tableau 3

Les cinq secteurs les plus syndiqués au Québec en 2016

(%)

Secteurs	% de travailleurs syndiqués
Services publics	82,5
Services d'enseignement	80,4
Administration publique	78,1
Soins de santé et de l'assistance sociale	63,2
Construction	53,7

Sources : Statistique Canada et Institut du Québec.

Effets sur le salaire minimum de demain

La protection des travailleurs autonomes susmentionnée pourrait aussi figurer dans de nouvelles « conventions salariales ou professionnelles », ouvrant ainsi la porte à un débat sur un salaire minimum par métier par opposition à un salaire minimum horaire universel. Peut-être même par région (en fonction du coût de la vie locale).

Cela semblera peut-être moins marginal vers 2030 qu'aujourd'hui, mais la fin du salaire minimum universel, dans des conditions précises, pourrait s'envisager, surtout lorsque l'écart de coût entre les salaires et les automates favorise ces derniers et stimule le chômage technologique. De plus, en théorie, l'inflation salariale aura changé : la rareté de la main-d'œuvre et la concurrence entre employeurs feront que moins de gens auront besoin de la protection du salaire minimum. La disponibilité des travailleurs volontaires aura aussi changé : pour des raisons technologiques ou démographiques, des personnes auront plus de temps à consacrer à d'autres occupations socio-économiques. Le droit de s'exclure de la norme sur le salaire minimum³⁵ facilitera la participation de certaines personnes, dont les personnes âgées, handicapées ou « bénévoles » faiblement rémunérés – des personnes souhaitant, par exemple, travailler au sein d'entreprises sociales, des personnes handicapées qu'on ne pourra pas toutes subventionnées ou des personnes exclues par des employeurs qui ne pourront plus les payer. Des salaires minimums distincts pour diverses catégories de travailleurs migrants saisonniers (p. ex. dans la construction ou les soins aux aînés) seront également débattus.

Dans la prochaine décennie, en l'absence d'une crise du chômage technologique et d'une chute des salaires, la liberté et le droit d'accepter une rémunération en-dessous du salaire minimum seront réservés à des cas particuliers et dans des conditions très précises. Une expérience pourrait débiter en autorisant des personnes qui ont déjà une autonomie financière démontrable ou qui sont en programme de réintégration en milieu de travail à faire le choix de s'exclure de la norme sur le salaire minimum. Évidemment, il faudra faire en sorte d'éviter des abus par les employeurs et viser à valider tant l'accroissement de la main-d'œuvre que la satisfaction des personnes qui auront fait ce choix particulier.

Effets fiscaux

À mesure que les technologies perturbatrices pourraient pousser à la baisse certains salaires et rémunérations, un système fiscal reposant sur l'impôt des particuliers pourrait plafonner, sinon faire baisser les recettes

³⁵ La norme sur le salaire minimum prévoit déjà des exceptions pour les étudiants employés dans une OSBL, les stagiaires employés dans un programme d'intégration professionnelle et les travailleurs payés à la commission.

Devrons-nous
déplacer la
fiscalité du travail
rémunéré vers une
nouvelle taxation
des revenus
technologiques,
du capital et
des actifs, ou
l'appliquer...

publiques, sans compter qu'au même moment le vieillissement de la population modifiera l'assiette fiscale (moins d'impôts sur le revenu, puis de TVQ).

Les gouvernements feront aussi face à divers problèmes de fiscalité. Par exemple, l'essor des entreprises comptant moins de salariés réduira les cotisations salariales (assurance-emploi, FSS, RQAP, RRQ, CSST, CNT). Les entreprises qui téléchargent un bien et le fabriquent avec une imprimante 3D ne paieront pas de douane ni de fournisseurs spécialisés locaux, tandis que l'inventeur du logiciel 3D pourrait délocaliser ses revenus de propriété intellectuelle vers un paradis fiscal.

Les pigistes pourraient trouver des moyens de cacher des revenus (évasion fiscale) et de pratiquer davantage l'évitement fiscal (p. ex. troc virtuel avec leurs clients ou associés, donc non imposable). L'autocotisation, principe de base de la fiscalité au Québec, pourrait s'oublier facilement dans le cadre de ces nouveaux modes de revenu. Fournir des programmes sociaux aux nouveaux « chômeurs technologiques » tout en perdant des recettes fiscales des travailleurs et des entreprises de la nouvelle économie mettrait les finances publiques à rude épreuve. Devrons-nous déplacer la fiscalité du travail rémunéré vers une nouvelle taxation des revenus technologiques, du capital et des actifs, ou l'applique davantage à des secteurs économiques précis? Pouvons-nous y arriver sans nuire à la révolution technologique et à la compétitivité du Québec?

À l'inverse, les recettes et les dépenses des gouvernements pourraient profiter :

- de l'essor des transactions et des paiements numériques – s'ils sont tous déclarés ou fondés sur une technologie de type blockchain;
- de la fin des transactions en argent comptant;
- de l'obligation des entreprises de « l'économie du partage » de déclarer les revenus de leurs participants;
- d'une baisse des prix favorisée par les nouvelles technologies qui augmente le pouvoir d'achat et les dépenses imposables des consommateurs (augmentation nette des taxes);
- d'une baisse des accidents de travail, des maladies et des échecs scolaires liée à une meilleure utilisation des nouvelles technologies;

- de la possibilité d'utiliser des approches d'externalisation ouverte (*crowdsourcing*) afin de trouver autant des solutions à des problèmes de gestion gouvernementale que des innovations en matière de prestation de services;
- de la possibilité d'utiliser les nouvelles technologies pour diminuer les dépenses publiques et optimiser les ressources gouvernementales et municipales (p. ex par l'analyse prédictive qui permet d'anticiper les besoins et les problèmes), peut-être même l'IA pour mieux détecter les fraudes en tous genres.

SkillsFuture : un compte individuel de perfectionnement des compétences à Singapour

Lancé en 2016, SkillsFuture vise à investir dans le capital humain par l'éducation et la formation. Le crédit SkillsFuture donne à chaque Singapourien de plus de 25 ans un crédit de 500 \$ à utiliser pour un éventail de cours de formation appuyés par le gouvernement. Le crédit n'expire jamais et est rechargé périodiquement au cours de la carrière de la personne. Le programme vise à faire de chaque étudiant et travailleur le chef de son propre parcours d'apprentissage dans lequel il est libre de choisir le type de formation dont il a besoin pour réaliser ses propres objectifs de carrière, que ce soit en s'orientant vers une nouvelle industrie ou en acquérant des compétences techniques ou non techniques nouvelles. SkillsFuture utilise un cadre des compétences pour aider les étudiants, les employés, les employeurs et les fournisseurs de formation à prendre des décisions éclairées. Ils y trouvent des renseignements, par exemple des profils de la main-d'œuvre, des cheminements professionnels, des tendances salariales et des compétences associées à des emplois particuliers. Le cadre comprend aussi une liste de programmes de formation répondant aux pénuries de compétences dans chaque secteur. Il n'a été lancé qu'en 2016³⁶ et Singapour le déploie graduellement, secteur par secteur. Pour en savoir plus, allez à www.skillsfuture.sg.

36 Les travailleurs âgés de plus de 40 ans ont aussi droit à d'importantes subventions de formation. Ce texte est tiré de *Bâtir une main-d'œuvre canadienne hautement qualifiée et résiliente au moyen du laboratoire des compétences futures*, Conseil consultatif en matière de croissance économique au Canada, gouvernement du Canada. Ce rapport offre diverses pistes d'action favorisant la formation et l'employabilité des travailleurs.

La meilleure
défense
contre la perte
d'employabilité
créée par la
robotisation ou
l'automatisation est
l'amélioration du
capital humain.

Conclusion et dix pistes d'action

S'il y a plusieurs incertitudes dans l'évolution des thèmes et des effets secondaires explorés ci-dessus, il ne doit y en avoir aucune quant à l'effet inéluctable qu'auront les changements technologiques sur l'employabilité des Québécois et sur la compétitivité de leurs organisations : il sera important et se ressentira partout. Personne ne sera à l'abri des conséquences des technologies dites « intelligentes », et le secteur des services et tout métier routinier deviendront rapidement « préoccupants ».

Avec les bouleversements de l'automatisation et des modèles d'affaires numériques, on assistera à l'élimination, à la réduction et à la réaffectation partielle ou totale de plus d'un million de postes québécois d'ici 2030. Les nouveaux modèles d'affaires vont bouleverser les façons de faire traditionnelles des entrepreneurs et gestionnaires, voire modifier leurs destins. Les ajustements pour bien des personnes et des organisations seront majeurs, mais l'espoir de trouver davantage de prospérité (p. ex. de nouvelles entreprises) et des solutions au vieillissement des travailleurs est lucide.

Sans faire abstraction de notre courage et de notre sens de l'adaptation, la meilleure défense contre la perte d'employabilité créée par la robotisation ou l'automatisation est l'amélioration du capital humain. Celle-ci passe par une éducation pragmatique, avancée et continue. Même si le système éducatif et de formation professionnelle peut paraître parfois inadapté aux défis de demain³⁷, la volonté de le faire progresser et celle des étudiants, des parents et des travailleurs d'investir dans des aptitudes et des savoir-faire d'avenir ne manque pas au Québec. La révolution technologique en enseignement offre d'immenses possibilités d'y améliorer la qualité et l'accès, et elles doivent être saisies dans le réseau d'enseignement et/ou hors de ce dernier.

³⁷ Selon McKinsey, tandis que 83 % des éducateurs canadiens pensent former des diplômés hautement performants, seulement 34 % des employeurs et 44 % des diplômés eux-mêmes croient qu'ils sont bien préparés pour le marché du travail. Selon le sondage *CanadaNext*, seulement 29 % des Québécois croient que le système éducatif fait un bon travail pour préparer les étudiants aux emplois du futur. Une telle opinion peut-être fondée sur le bas classement du Québec dans les recherches de l'OCDE sur la capacité des personnes à résoudre des problèmes dans un environnement riche en technologies (PS-TRE).

La meilleure défense contre la perte de compétitivité entraînée par les révolutions technologiques et les nouveaux modèles d'affaires consiste à savoir les anticiper et les exploiter. En évitant le statu quo, en favorisant l'expérimentation et en prenant des risques calculés (essais/ erreurs rapides), les dirigeants et leurs employés peuvent travailler à faire du Québec une économie avant-gardiste capable de produire des entreprises de classe mondiale et résilientes. Des partenariats privé-public pourraient aussi aider les organismes gouvernementaux à accélérer leur virage numérique – ici aussi, des projets pilotes favoriseront le partage de compétences et d'expérience.

Les effets susmentionnés seront particulièrement aigus sur les employés. Ainsi, les demandes des travailleurs à risque élevé de chômage technologique seront diversifiées et pointues, exigeant des mesures gouvernementales adaptées. Une politique de vaste couverture et des mesures généralistes ou universelles seraient coûteuses et parfois injustes pour les plus touchés. **(1) Pour les travailleurs à risque de chômage technologique, on pourrait envisager une hausse des cotisations au régime d'assurance-emploi pour permettre des périodes de prestations prolongées.** De plus, **(2) une hausse du montant personnel de base pourrait permettre à ces personnes et à d'autres d'investir dans un retour aux études ou dans des formations continues³⁸** – notamment pour les personnes âgées de 55 ans et plus désireuses d'apprendre de nouveaux métiers.

(3) On devra aussi colliger davantage de données sur les apprentissages en milieu de travail. Aujourd'hui, l'investissement total et par travailleur, le genre de formation et le profil des « clients », le nombre de jours et l'impact réel des formations sont difficiles à quantifier au niveau des organisations québécoises, notamment à celui des petites et moyennes entreprises³⁹. Mieux comprendre ces données permettra de mieux stimuler, guider et partager les efforts en formation des travailleurs.

38 Il existe un Régime d'encouragement à l'éducation permanente, ou REEP, qui permet de retirer jusqu'à 20 000 \$ d'un RÉER pour financer un retour aux études. Plusieurs conditions d'admissibilité s'appliquent, dont celle d'étudier à temps plein. Voir le site Internet du gouvernement du Canada pour les détails.

39 Voir la chute des investissements en apprentissages dans : C. Hall et S. Cotsman, *Perspectives sur l'apprentissage et le perfectionnement* – 13^e édition, Conference Board du Canada, décembre 2015.

Il restera essentiel d'accroître le niveau de participation aux études universitaires des jeunes Québécois âgés de 18 à 25 ans. De faibles frais de scolarité ne suffiront plus. Il sera très difficile d'augmenter le nombre d'étudiants en période de rareté de main-d'œuvre et de révolution technologique sans un renouveau de l'enseignement supérieur (« post-automates » et meilleur que les modules de formation disponibles sur le Web) fondé lui-même sur a) des potentiels d'employabilité et de salaires plus élevés et b) l'appartenance positive à un écosystème universitaire de développement professionnel post-diplomation. En attendant ce renouveau, pour les étudiants des collèges et des universités, une sensibilisation aux métiers à risque de substitution technologique s'impose. Sans décourager la formation et l'obtention de diplômes, **(4) on devra informer les candidats des progrès des automates, de la baisse possible des recrutements, peut-être même continger certains programmes pour cause de « non-employabilité future »**. Surtout, **(5) on devra indiquer aux jeunes les aptitudes transversales gagnantes face aux changements de profession liés aux technologies**, ce qui suppose une priorisation des formations universitaires et professionnelles centrées sur l'autonomie personnelle à long terme. Paradoxalement, on favorisera deux opposés : des carrières de spécialistes liées aux nouvelles technologies, nouveaux métiers et nouvelles façons de travailler; et des aptitudes de généralistes, fondamentalement libres de toute technologie (pour des tâches qui ne seront jamais robotisées). Il y aura sûrement des débats philosophiques sur l'éducation à cet égard, qui susciteront sans doute une opposition par des acteurs du système actuel, sauf si des forums réguliers rassemblant employeurs et éducateurs parviennent à briser l'isolement de ces deux univers. Faute d'agilité, les chocs externes (démographiques et technologiques) imposeront eux-mêmes des changements internes au système d'éducation québécois.

Ainsi, il n'y aura pas de solutions pérennes sans la participation active et conjugquée du réseau de l'enseignement et des employeurs. **(6) La formation continue des adultes s'envisagera avec des comptes individuels permanents⁴⁰ dans lesquels les personnes pourront**

40 Pareils concepts de « comptes individuels permanents » existent déjà : les relevés de Retraite Québec ou de la SAAQ, ou notre dossier médical.

cumuler et afficher toute leur vie leurs acquis de formation (passés et nouveaux, y compris des certifications en ligne). **(7) Ils pourront y épargner et y recevoir des financements pour leurs études à tout âge** (accumulation de l'épargne ou transfert d'un CÉLI, de fonds REÉÉ non utilisés, de subventions publiques et privées). Enfin, les personnes et les organisations devant dégager du temps de formation, élément essentiel mais souvent trop rare, **(8) une banque de temps cumulé à cette fin par employé pourrait faire partie de ce compte individuel ou d'un registre en entreprise**. Afin d'accroître la convivialité des formations, et donc la participation des travailleurs qui manquent de temps, **(9) les collèges et les universités, tout comme les fournisseurs de formation du secteur privé, pourraient proposer des programmes plus courts, plus souvent et à distance⁴¹ ciblant les compétences nouvelles qu'exigent la révolution numérique – et (10) le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur et les ordres professionnels, reconnaître ces apprentissages ou leurs équivalences.**

Nous résoudrons nos problèmes d'ajustements démographiques, technologiques et économiques propres au Québec avec davantage de réflexion, d'actions et d'incitatifs à long terme. Ni la pensée à court terme, ni la pensée réactive et ni la pensée moutonnière ne contribueront aux meilleures solutions. Il en va de même des débats sur la robotisation, l'automatisation et les nouveaux modèles d'affaires. Afin de toujours faire mieux que les robots, on aura avantage à tirer de l'intelligence « collective », plutôt que de l'intelligence « artificielle », des idées neuves pour anticiper et s'adapter à cette grande révolution techno-économique.

41 À l'instar de eCampus Ontario qui regroupe 45 collèges et universités ontariennes, la possibilité de regrouper une vaste bibliothèque de cours en ligne au sein de la TÉLUQ, plutôt que de laisser chaque université investir « ses » contenus dans « sa » plateforme Internet, devrait être envisagée.

ANNEXE A

Bibliographie

Acemoglu, D. et D. « AutorSkills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings », *Handbook of Labor Economics*, vol. 4, 2011, p. 1043-1171..

Advent, Ryan. *The Wealth of Humans*, St.Martin's Press, septembre 2016.

Autor, D. H. « Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation », *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 29, n° 3, 2015, p. 3-30.

Berger, R. *Les classes moyennes face à la transformation digitale*, Roland Berger Strategy Consultants, octobre 2014, https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/les_classes_moyennes_face___la_transformation_digitale___roland_berger.pdf.

Cap Gemini. *Turning AI into concrete value: the successful implementers' toolkit*, septembre 2017, https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/09/dti-ai-report_final1.pdf.

Chui, M., J. Manyika et M. Miremadi. « Where machines could replace humans—and where they can't (yet) ». *McKinsey Quarterly*, juillet 2016, <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet>.

Clifford, C. *The real reason for disappearing jobs isn't trade—it's robots*, 21 novembre 2016, <https://www.cnbc.com/2016/11/21/the-real-reason-for-disappearing-jobs-isnt-trade-its-robots.html>.

Frey, C. B., et M. A. Osborne. *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?*, Oxford Martin Program on the Impacts of Future Technology, 2013, http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf.

Frey, C. B., et M. Osborne. *Technology at Work: The future of innovation and employment*, Citi GPS, Global Perspectives & Solutions, Oxford Martin School, février 2015, consulté à Citi GPS: Global Perspectives & Solutions.

Frey, C. B., et T. Berger. *Digitalisation, Deindustrialisation and The Future of Work – Structural Transformation in the OECD*, document de travail n° 193 de l'OCDE, septembre 2016.

Furman, J., J. Holdren, C. Munoz et M. Smith. *Artificial Intelligence, Automation and The Economy*, Executive Office of the President, US Government, décembre 2016.

Lamb, C., et M. Lo. *Automation Across the Nation: Understanding the potential impacts of technological trends across Canada*, Toronto, Brookfield Institute for Innovation & Entrepreneurship, juin 2017.

Lohr, S. « New research says robots are unlikely to eat our jobs », *The New York Times*, 4 juin 2015, <https://bits.blogs.nytimes.com/2015/06/04/new-research-says-robots-are-unlikely-to-eat-our-jobs/>.

Manyika, J., M. Chui, M. Miremadi, J. Bughin, K. George, P. Willmott et M. Dewhurst. *A future that works: Automation, employment and Productivity*, McKinsey Global Institute, janvier 2017.

OCDE. « Niveau de compétences en résolution de problèmes dans des environnements à forte composante technologique », *Les adultes, l'informatique et la résolution de problèmes : Où est donc le problème?*, mai 2016.

Oschinski, M., et R. Wyonch. *Future Shock? The Impact of Automation on Canada's Labour Market*, Institut C.D. Howe, mars 2017, https://www.cdhowe.org/sites/default/files/attachments/research_papers/mixed/Update_Commentary%20472%20web.pdf.

Scarpetta, S. *What Future for Work?*, février 2016. http://oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/5433/What_future_for_work_.html.

Solon, O. « Robots will eliminate 6% of all US jobs by 2021, report says », *The Guardian*, 14 septembre 2016.

<https://www.theguardian.com/technology/2016/sep/13/artificial-intelligence-robots-threat-jobs-forrester-report>.

The Economist. The impact on jobs: Automation and anxiety, numéro sur l'intelligence artificielle, 25 juin 2016, <https://www.economist.com/news/special-report/21700758-will-smarter-machines-cause-mass-unemployment-automation-and-anxiety>.

The Roosevelt Institute for the Open Society Foundations.

Technology and the Future of Work: The State of the Debate, avril 2015, <https://www.opensocietyfoundations.org/publications/technology-and-future-work-state-debate>.

La meilleure manière de prendre des décisions éclairées.

Vous avez besoin, dans le cadre de votre organisation, votre programme ou votre projet, d'une expertise dans les domaines de l'économie, du rendement organisationnel ou des politiques publiques? Faites appel à nous. Le Conference Board du Canada possède le savoir-faire et les connaissances qu'il vous faut pour prendre de meilleures décisions.

Services

Réseaux de cadres

Échangez des idées sur des enjeux stratégiques et nouez de nouvelles relations.

Bibliothèque virtuelle

Accédez à des analyses approfondies sur de multiples sujets, au moment où vous en avez le plus besoin.

L'Institut Niagara

Formez les dirigeants de demain en profitant de nos programmes de perfectionnement interactifs et mobilisateurs.

The Directors College

Découvrez l'illustre programme canadien de formation des administrateurs reconnu par les universités.

Recherches sur mesure

Profitez de nos compétences en recherche afin de répondre aux questions qui vous intéressent tout particulièrement.

Solutions sur mesure

Aidez votre organisation à relever ses défis et à améliorer son rendement.

Banque de données virtuelle

Suivez de près les grandes tendances économiques.

Conférences, séminaires, webinaires et ateliers

Inspirez-vous des enseignements d'experts de l'industrie et d'organisations aux pratiques exemplaires.



Le Conference Board
du Canada

The Conference Board
of Canada

conferenceboard.ca



3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
4^e étage, bur. 4.348
Montréal (Québec) H3T 2A7
Tél. : 514-340-7101

institutduquebec.ca



Un partenariat entre



HEC MONTRÉAL

PUBLICATION 9411 | 9406
PRIX : gratuit