

Sous la direction scientifique de
Nathalie de Marcellis-Warin – Benoit Dostie
Sous la coordination de
Genevieve Dufour

Le Québec **9** économique

**Perspectives et défis
de la transformation
numérique**

Conclusion

**NATHALIE DE MARCELLIS-WARIN
BENOIT DOSTIE
GENEVIEVE DUFOUR**

Conclusion

LA PANDÉMIE DE COVID-19 : CATALYSEUR INATTENDU DE LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE

Nathalie de Marcellis-Warin

Professeure titulaire à Polytechnique Montréal
et présidente-directrice générale du CIRANO

Benoit Dostie

Professeur titulaire à HEC Montréal,
chercheur et fellow au CIRANO, et directeur
académique au Centre interuniversitaire
québécois de statistiques sociales (CIQSS)

Genevieve Dufour

Directrice des grands projets
de collaboration au CIRANO
et coordonnatrice du livre
Le Québec économique 9

« **L**a transformation numérique qui s'opère aujourd'hui ne touche pas seulement les domaines à la fine pointe de la technologie. Elle ne touche pas seulement le marché du travail. Elle ne touche pas seulement les sociétés du monde développé. [...] Si le monde entier est concerné par ces transformations majeures, ce n'est pas une transformation homogène ou ordonnée. À ce titre, le Québec présente des atouts et des particularités lui permettant de forger un peu de sens

à ce chaos. Il s'agit d'identifier ces avantages, ainsi que les écueils et les problèmes, afin de s'inscrire non comme suiveur mais comme acteur et modèle de la transformation numérique. » (Forum CIRANO-ADRIQ 2020)

C'est en ces termes que nous avons ouvert le Forum Innovation CIRANO – ADRIQ-RCTi en février 2020. Ce forum a réuni des acteurs de l'écosystème d'innovation, qu'ils soient entrepreneurs dans de petites ou de grandes entreprises, chercheurs ou représentants de partenaires du marché du travail, de la formation professionnelle ou du gouvernement. La journée a été très riche en échanges, notamment au sujet des besoins en développement et en rehaussement des compétences ainsi que des enjeux de formation des employés en entreprise.

Ce sont des exemples de sujets sur lesquels les chercheurs du CIRANO se penchent au sein du Pôle sur les impacts socioéconomiques de la transformation numérique et de l'IA. Le CIRANO a plusieurs initiatives majeures transversales qui traitent des questions reliées aux enjeux actuels de notre société, notamment une portant sur les impacts des changements technologiques et soutenue par le ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI) du Québec. Il était donc évident pour nous de consacrer la neuvième édition du *Québec économique* à l'étude des perspectives et des enjeux de la transformation numérique.

Que ce soit en analysant l'importance de l'écosystème d'innovation et de collaboration qui se met en place au Québec et au Canada, principalement autour de l'IA (Hadj, 2020; Beaudry, Hage, Piantoni et Solar-Pelletier, 2020; Solar-Pelletier, Beaudry et Zhegu, 2020), les innovations numériques qui accompagnent les transformations dans nos organisations publiques et privées (Bourdeau, Hadaya et Marchildon, 2020; Caron, 2020) et qui touchent tous les secteurs de notre économie (Armellini *et al.*, 2020; Bourgault *et al.*, 2020; Magnan, Normand et Campbell, 2020; Hatch, Cohendet et Simon, 2020; Royer, De Marcellis-Warin, Peignier et Warin, 2020), ou encore les impacts de cette révolution numérique sur le marché de l'emploi ainsi que les besoins en éducation et en formation (Vinet, 2020; Dostie, 2020; Dostie et Dufour, 2020) – pour atteindre notamment une meilleure numératie –, les chercheurs qui ont contribué à cet ouvrage souhaitent fournir des données probantes pour aider les décideurs publics dans l'élaboration de leurs politiques.

Conclusion

De plus, une section du livre porte sur la matière première de la transformation numérique, les données, et plus précisément sur l'importance pour les chercheurs de pouvoir accéder à celles des administrations publiques (Haeck et Connolly, 2020). L'accès à des données de qualité permettrait aux chercheurs québécois de tirer le maximum de leurs travaux afin de mieux guider nos politiques et d'améliorer le bien-être de notre société, et favoriserait aussi un rayonnement des travaux de recherche à l'échelle canadienne et internationale. Il permettrait également la formation de la relève en recherche au Québec dans les techniques de pointe, en particulier l'apprentissage machine (Stevanovic, 2020) et le potentiel de valorisation des données non structurées (Aubert, De Marcellis-Warin et Warin, 2020). Ces questions sont au cœur des activités d'un des partenaires académiques du CIRANO, l'Institut de valorisation des données (IVADO).

La plupart des chapitres reposent sur des études conduites par des chercheurs du CIRANO et plusieurs de ses partenaires académiques, à savoir le Centre de recherches mathématiques (CRM) de l'Université de Montréal, avec qui le CIRANO codirige le projet « En avant math! », le Centre interuniversitaire québécois de statistiques sociales (CIQSS) et le Partenariat pour l'organisation de l'innovation et des nouvelles technologies (4POINT0) situé à Polytechnique Montréal.

Cet ouvrage a été écrit en grande partie avant la crise pandémique qui nous a touchés en mars 2020. Toutefois, chacun des chapitres peut aider le lecteur à repérer des défis qui se sont peut-être amplifiés avec la crise, par exemple la transformation numérique des organisations publiques et privées qui s'est accélérée (Bourdeau *et al.*, 2020 ; Caron, 2020). L'achat en ligne, pour les particuliers, était déjà une tendance et a pris de l'ampleur depuis le début de la pandémie ; cela soulève à nouveau la question des défis fiscaux du commerce électronique (Godbout et Robert-Angers, 2020).

Mais cet ouvrage va aussi permettre de bien identifier les forces qui étaient en présence avant l'apparition de la COVID-19 et qui peuvent aider à saisir des occasions dans le contexte actuel. En effet, comme nous bénéficions maintenant d'un léger recul depuis le début de la crise, nous sommes d'avis que les forces de changement nommées dans les différents chapitres du livre n'iront qu'en s'accélégrant dans les prochains mois et années : pour la majorité d'entre elles, la pandémie semble agir comme un catalyseur à la transformation numérique plutôt qu'un frein. Cela rejoint d'ailleurs les conclusions d'autres études ou d'articles publiés

récemment. Par exemple, Munro, Maxim et Whiton (2020) notent que les changements technologiques ne progressent pas de façon linéaire, mais plutôt par secousses, et que la pandémie de COVID-19 est un bel exemple de choc secouant les modèles d'affaires et les processus opérationnels des gouvernements et des entreprises. Plusieurs études économiques notent aussi l'aspect contre-cyclique de l'automatisation et de la mise à jour des processus de production avec de nouvelles technologies (Jaimovich et Siu, 2020). Ces auteurs montrent que même si le prix de la main-d'œuvre diminue en temps de récession, c'est son prix relatif qui importe pour les décisions des entreprises. Une hausse du prix relatif de la main-d'œuvre rend plus intéressants les investissements en nouvelles technologies robotiques, qui progressent donc plus rapidement en temps de crise.

On pourrait penser que l'innovation numérique (en particulier l'automatisation) a aussi un rôle bénéfique à jouer là où les travailleurs sont particulièrement à risque en temps de pandémie, comme les abattoirs (The Economist, 2020). Les solutions technologiques comme le télétravail sont essentielles pour les entreprises qui veulent survivre à la crise économique créée par la situation sanitaire actuelle.

Peu importe la raison, il est attendu que les personnes ayant perdu leur emploi retrouveront un marché du travail passablement modifié à leur retour. Elles devront absolument avoir les compétences adéquates pour ce marché transformé. Hershbein et Kahn (2018) montrent qu'après une récession, les travailleurs effectuant des tâches routinières sont remplacés par des individus plus qualifiés, complétés par de nouvelles technologies implémentées pour remplacer les tâches routinières. Autor et Reynolds (2020) renchérissent et soulignent aussi que la pandémie a accéléré le passage à l'automatisation. Ils ajoutent que plusieurs emplois peu qualifiés ont déjà été éliminés en raison de la crise, et que l'avenir des travailleurs qui occupaient ces postes est pour l'instant des plus incertains : ces emplois reviendront-ils ? Ne serait-il pas mieux de saisir l'occasion pour investir dans les compétences de ces travailleurs ?

Cela rejoint les résultats du Baromètre CIRANO 2018 sur la perception des Québécois sur la transformation numérique et l'intelligence artificielle (IA) (De Marcellis-Warin et Peignier, 2018). La plupart des Québécois (61 %) considéraient que l'IA va transformer les tâches des travailleurs et 53 % croyaient qu'elle occasionnerait de nombreuses pertes d'emploi. Toutefois, la grande majorité d'entre eux ne nourrissaient pas cette appréhension face

Conclusion

à leur situation personnelle : seulement 17 % estimaient que l'IA pourrait leur faire perdre leur propre emploi et 26 % qu'elle affecterait leurs tâches au travail. Le Baromètre a sondé les Québécois sur les pistes d'action qu'ils souhaiteraient que le gouvernement préconise pour mieux gérer les impacts liés au développement de l'IA. Plus de la moitié des Québécois (54 %) croyaient que le gouvernement devrait soutenir les employés qui seront potentiellement licenciés en raison de l'adoption des nouvelles technologies. La majorité d'entre eux (61 %) semblaient d'ailleurs vouloir faire partie de la solution puisqu'ils se disaient prêts à suivre une formation pour s'adapter à ces bouleversements technologiques.

D'ailleurs, en matière de formation continue, Lohr (2020) décrit comment la pandémie agit déjà comme catalyseur pour les demandes de mises à niveau des travailleurs. En effet, alors que la crise accélère les efforts d'automatisation des entreprises qui veulent augmenter leur productivité et diminuer leurs coûts, il devient urgent pour les travailleurs de mettre à niveau leurs compétences s'ils veulent suivre cette nouvelle vague de changements technologiques. Le Baromètre CIRANO 2018 a montré que 34 % des répondants souhaitaient que le gouvernement accorde du financement aux entreprises afin de former leurs employés aux nouvelles technologies numériques.

À cet égard, en matière de réponse politique, le American Workforce Advisory Board (2020) recommandait récemment des investissements massifs dans les nouvelles technologies pour accélérer la livraison de services d'éducation et de formation en ligne (ainsi que pour dispenser des services de santé et faire du commerce). Cependant, il existe un danger d'accroissement des inégalités socioéconomiques lorsque la livraison de ces services essentiels dépend du déploiement inégal des technologies qui les supportent. Ces constats pointent des pistes de recherche futures pour les chercheurs du CIRANO.

Cela rejoint aussi les autres préoccupations des Québécois mises en évidence dans le Baromètre CIRANO 2018 concernant la protection des données personnelles recueillies par des objets connectés et des programmes d'IA. D'après 47 % des Québécois, il est essentiel que le gouvernement en fasse une priorité. Même si nous n'avons pas traité de toutes ces questions dans cet ouvrage, le CIRANO collabore avec l'Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique (OBVIA) sur ces thématiques. Soutenu financièrement par les Fonds de recherche

du Québec et situé à l'Université Laval, l'OBVIA aide les communautés, les organisations et les particuliers à maximiser les retombées positives de l'IA et du numérique et à minimiser les effets négatifs des technologies.

Il ressort donc que les recommandations et les constats faits par les contributeurs du *Québec économique 9* nous apparaissent tout aussi pertinents, et même, ajouterions-nous, encore plus impératifs et urgents qu'avant la pandémie.



Références

American Workforce Advisory Board (2020). *Investing in American Workers to Expedite Economic Recovery. A Call-to-Action by the American Advisory Board.*

Armellini, F., Beaudry, C., Bourgault, M., Cohendet, P., Simon, L., Solar-Pelletier, L., Sultana, N. et Turkina, E. (2020). L'aérospatiale numérique au Québec : un écosystème innovant au cœur des enjeux de la société. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (18, p. 457-470). CIRANO.

Association des directeurs de recherche industrielle du Québec (ADRIQ-RCTi). (2020). Forum Innovation CIRANO – ADRIQ-RCTi 2020. L'humain au cœur de la transformation numérique. (Président d'honneur : Innovitech). <https://cirano.qc.ca/fr/actualites/882>

Aubert, B., De Marcellis-Warin, N. et Warin, T. (2020). Science des données, réseaux sociaux et politiques publiques. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (11, p. 285-314). CIRANO.

Autor, D. et Reynolds, E. (2020). *The Nature of Work after the COVID Crisis: Too Few Low-Wage Jobs.* The Hamilton Project, Brookings.

Beaudry, C., Hage, G., Piantoni, G. et Solar-Pelletier, L. (2020). Les technologies et les politiques publiques en appui à l'essor de l'intelligence artificielle. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (4, p. 113-147). CIRANO.

Bourdeau, S., Hadaya, P. et Marchildon, P. (2020). Projets de transformation numérique : bénéfiques, enjeux et quelques bonnes pratiques. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (5, p. 149-169). CIRANO.

Bourgault, M., Danjou, C., Pellerin, R., Perrier, N., Botton, C., Forgues, D., Iordanova, I., Poirier, É., Rivest, L. et Joblot, L. (2020). Transformer le secteur de la construction par le numérique : un chantier ambitieux et nécessaire. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (17, p. 433-456). CIRANO.

Caron, D. J. (2020). Technologies numériques et efficacité organisationnelle : repenser l'organisation publique selon ses flux informationnels. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (14, p. 373-396). CIRANO.

Conclusion

Cléroux, P. (2020). La pandémie freine une économie en pleine croissance. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (1, p. 25-48). CIRANO.

Cloutier, J.-C. (2020). L'immigration comme solution aux effets du ralentissement démographique au Québec : enjeux et pistes de solution découlant du Congrès 2019 de l'Association des économistes québécois. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (2, p. 49-72). CIRANO.

De Marcellis-Warin, N. et Peignier, I. (2018). *Baromètre CIRANO 2018. Perception des risques au Québec : étude de cas sur l'intelligence artificielle*. 2018MO-02, CIRANO.

Dostie, B. (2020). Changements technologiques et polarisation des salaires au Québec. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation* (9, p. 247-266). CIRANO.

Dostie, B. et Dufour, G. (2020). Transformation numérique et formation continue. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (8, p. 221-246). CIRANO.

Economist (The). (2020, 30 juillet). The fear of robots displacing workers has returned. *The Economist*. <https://www.economist.com/finance-and-economics/2020/07/30/the-fear-of-robots-displacing-workers-has-returned>

Godbout, L. et Robert-Angers, M. (2020). Les défis fiscaux associés au commerce électronique. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (13, p. 355-372). CIRANO.

Hadj, B. (2020). 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* (3, p. 77-112). CIRANO.

Haeck, C. et Connolly, M. (2020). L'accessibilité aux données des administrations. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (10, p. 269-284). CIRANO.

Hatch, C. J., Cohendet, P. et Simon, L. (2020). La mobilité intégrée : une perspective d'écosystème d'innovation. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation* (19, p. 471-484). CIRANO.

Hershbein, B. et Kahn, L. B. (2018). Do recessions accelerate routine-biased technological change? Evidence from vacancy postings. *American Economic Review* 10(7), 1737-1772.

Jaimovich, N. et Siu, H. (2020). Job polarization and jobless recoveries. *The Review of Economic and Statistics*, 102(1), 129-147.

Lohr, S. (2020, 13 juillet). The pandemic has accelerated demands for a more skilled workforce. *The New York Times*.

Magnan, M., Normand, R. et Campbell, B. (2020). Les enjeux de la transformation numérique pour le secteur financier. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (15, p. 399-415). CIRANO.

Munro, M., Maxim, R. et Whiton, J. (2020). The robots are ready as the COVID-19 recession spreads. *Brookings Metro's COVID-19 Analysis*. Brookings.

Rework America Business Network: A Markle Initiative (2019, octobre). *Digital Blindspot: How Digital Literacy Can Create a More Resilient American Workforce*.

Royer, A., De Marcellis-Warin, N., Peignier, I. et Warin, T. (2020). La révolution numérique appliquée à l'agriculture au Québec. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (16, p. 417-432). CIRANO.

Schmouker, O. (2020, 15 avril). Un virus qui va accélérer la transformation numérique. *Les affaires*.

Solar-Pelletier, L., Beaudry, C., et Zhegu, M. (2020). Collaboration et innovation : comment la transformation numérique change la donne. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (6, p. 171-202). CIRANO.

Stevanovic, D. (2020). Prédiction macroéconomique dans l'ère des données massives et de l'apprentissage automatique. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (12, p. 315-352). CIRANO.

Vinet, L. (2020). L'importance des mathématiques et de la numératie pour le Québec. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (7, p. 205-220). CIRANO.