Feuille de route pour l'adoption des technologies numériques

Accélérer la transformation numérique dans le secteur canadien de la fabrication automobile

ICTC CTIC

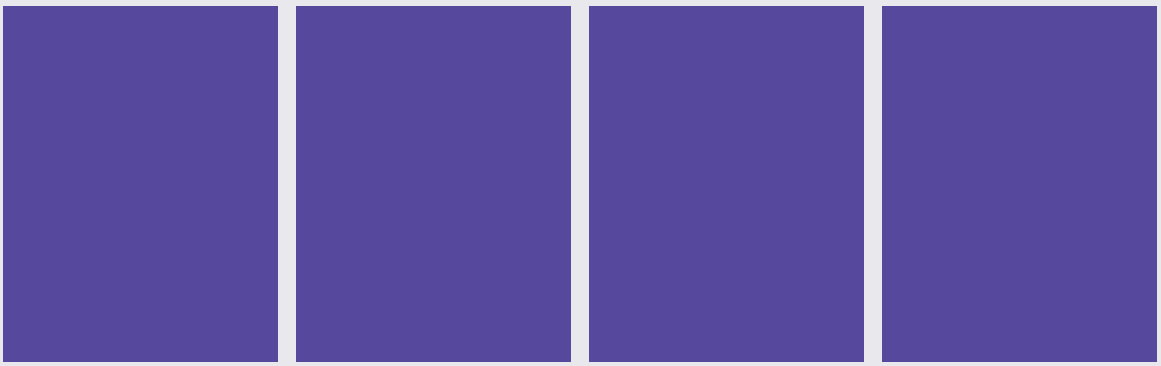
NGen

Feuille de route produite par le Conseil des technologies de l'information et descommunications (CTIC) en partenariat avec Fabrication de prochaine génération Canada (NGen)

Préface :

Le CTIC et NGen sont fiers de présenter cette feuille de route pour l'adoption des technologies numériques dans le secteur canadien de la fabrication automobile. La feuille de route quinquennale détaille les étapes pratiques et les facteurs à prendre en considération pour les fabricants canadiens, en particulier les petites et moyennes entreprises, souhaitant adopter des technologies numériques de pointe, notamment l'intelligence artificielle (IA), l'analyse de mégadonnées, l'informatique en nuage, la cybersécurité, les jumeaux numériques, les capteurs et l'Internet des objets (IdO), ainsi que la robotique de pointe et l'automatisation industrielle. Cette feuille de route fournit au secteur de la fabrication automobile des orientations stratégiques concernant l'adoption des technologies numériques. Les feuilles de route ont été élaborées en consultation avec l'industrie et comprennent des exemples concrets et des cas d'utilisation sur la manière dont les technologies numériques sont utilisées dans les usines à travers le Canada et intégrées aux procédés de fabrication.

Autres feuilles de route pour l'adoption des technologies numériques offertes aux fabricants canadiens dans cette série :



Produits aérospatiaux | Biomédical et biofabrication | Aliments et boissons | Produits métalliques

À propos du CTIC :

Le Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC) est un centre d'expertise national neutre et sans but lucratif dont la mission est de renforcer l'avantage numérique du Canada dans l'économie mondiale. Depuis plus de 30 ans, le CTIC fournit des recherches prospectives, des conseils stratégiques pratiques et des solutions de développement des capacités pour les personnes et les entreprises. L'objectif du CTIC est de faire en sorte que la technologie soit utilisée pour stimuler la croissance économique et l'innovation et que la main-d'œuvre canadienne demeure concurrentielle à l'échelle mondiale.

ictc-ctic.ca/fr info@ictc-ctic.ca

À propos de NGen :

Fabrication de prochaine génération Canada (NGen) est l'organisation à but non lucratif gérée par l'industrie, qui dirige la Grappe d'innovation mondiale pour la fabrication de pointe au Canada et est l'un des cinq réseaux nationaux soutenus par l'ambitieuse Initiative canadienne des Grappes d'innovation mondiales. Les activités de NGen reposent sur le principe que la transformation numérique dans la fabrication de pointe enrichira la vie des Canadiens en offrant de meilleurs produits et de bons emplois tout en générant la croissance économique essentielle à un avenir meilleur.

www.ngen.ca info@ngen.ca

Pour citer cette feuille de route :

Erik Henningsmoen. Feuille de route pour l'adoption des technologies numériques dans le secteur canadien de la fabrication automobile - Accélérer la transformation numérique dans le secteur canadien de la fabrication automobile. Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC). Ottawa, Canada. Mai 2026.

Résumé

Cette feuille de route quinquennale détaille les étapes pratiques et les facteurs à prendre en considération pour le secteur canadien de la fabrication d'automobiles et de pièces automobiles, en particulier les petits et moyens fournisseurs de niveaux 2 et 3, qui souhaitent adopter des technologies numériques de pointe et s'engager dans un parcours de transformation numérique.

Cette feuille de route présente une étude de cas sur l'adoption des technologies numériques dans le secteur canadien de la fabrication automobile, et aborde les obstacles, les défis et les solutions liés à la transformation numérique. Elle décrit par ailleurs la façon dont les entreprises de fabrication automobile adoptent de nouvelles technologies numériques, notamment l'intelligence artificielle (IA), l'analyse des mégadonnées, l'informatique en nuage, la cybersécurité, les jumeaux numériques, les capteurs et l'Internet des objets (IdO) ainsi que la robotique de pointe et l'automatisation industrielle.

La feuille de route présente également des exemples d'outils de planification concrets destinés à aider les fabricants automobiles canadiens, y compris les fournisseurs de niveaux 2 et 3, à planifier et à mener à bien leur transformation numérique, comme les suivants

1. **Matrice des cas d'utilisation des technologies numériques :** mise en évidence des applications concrètes des sept technologies numériques dans le secteur canadien de la fabrication automobile;
2. **Cadre de mesure du retour du capital investi (RCI) :** présentation d'exemples d'indicateurs permettant d'évaluer le RCI lié à l'adoption des technologies numériques dans des domaines tels que l'efficacité opérationnelle, la productivité de la main-d'œuvre et du capital, l'accès au marché, l'innovation, la santé et la sécurité, ainsi que les facteurs ESG (environnementaux, sociaux et de gouvernance), et de les aligner sur les objectifs stratégiques de l'organisation et les investissements consentis;
3. **Liste de contrôle pour la gestion du changement et cadre de gestion par étapes pour les projets de transformation numérique :** présentation d'une approche systématique et progressive visant à élaborer des stratégies de gestion du changement organisationnel et à mettre en place des projets pilotes technologiques pour soutenir la transformation numérique;
4. **Outils de gestion des risques :** présentation des risques auxquels les entreprises manufacturières peuvent être actuellement confrontées lorsqu'elles entreprennent une transformation numérique sur le marché d'aujourd'hui, ainsi qu'un exemple de registre des risques et de scénarios déclencheurs de gestion des risques;
5. **Perspectives sur les talents et la formation de la main-d'œuvre pour soutenir la transformation numérique :** aperçu des compétences numériques de base requises pour la fabrication de pointe, des modèles de formation et de mise en œuvre destinés aux fabricants, ainsi que des stratégies organisationnelles visant à perfectionner les compétences numériques au sein de la main-d'œuvre du secteur manufacturier;
6. **Conseils pour établir des partenariats stratégiques visant à faire progresser la transformation numérique :** présentation des principaux secteurs d'activité concernés et d'exemples de modèles de partenariat, ainsi que des éléments clés à prendre en compte en matière de partage des données lors de la mise en place de partenariats stratégiques.

À l'aide des études de cas concrets, des analyses approfondies et des outils pratiques, cette feuille de route vise à accélérer l'adoption des technologies numériques clés dans l'industrie canadienne de la fabrication automobile et à soutenir les efforts de transformation numérique en cours. L'adoption de nouvelles technologies numériques est essentielle pour assurer le succès continu de l'industrie, stimuler l'innovation et la croissance des entreprises dans le secteur canadien de la fabrication automobile, ainsi que pour maintenir le succès continu du secteur sur le marché mondial.

Table des matières

Résumé **3**
Remerciements **5**
Raisons pour lesquelles cette feuille de route est nécessaire **6**
Sept technologies numériques clés pour la fabrication automobile **9**
Horizons temporels de la transformation numérique et de l'adoption des technologies numériques 11
Étude de cas : adoption des technologies numériques dans le secteur canadien de la fabrication automobile **12**
Aperçu et contexte de l'industrie 12
Approches stratégiques pour l'adoption des technologies numériques 13
Applications technologiques en pratique 14
› *Cybersécurité* *15*
› *Intelligence artificielle* *15*
› *Robotique et automatisation industrielle* *16*
› *Informatique en nuage* *17*
Résultats opérationnels et concurrentiels 18
› *Comprendre le RCI et mesurer les résultats de la transformation numérique* *18*
Obstacles à l'adoption 19
Obstacles liés aux compétences 20
› *Obstacles liés aux coûts* *21*
› *Obstacles culturels et organisationnels* *22*
Gestion des risques 22
› *Risques technologiques et liés aux données* *22*
› *Risques liés à la main-d'œuvre* *23*
› *Risques stratégiques et incertitude* *23*
Considérations liées à la gestion du changement organisationnel 23
Horizon d'adoption des technologies numériques **24**
Matrice des cas d'utilisation des technologies numériques dans la fabrication automobile **25**
Cadre de mesure du RCI **28**
Liste de contrôle de la gestion du changement **31**
Points de contrôle des phases de la transformation numérique 31
Gestion des risques **33**
Scénarios déclencheurs de gestion des risques 34
Talents, développement de la main-d'œuvre et formation **35**
Développement de partenariats stratégiques **38**
Partage d'informations et de données pour les partenariats stratégiques dans la fabrication automobile 39
Adoption des technologies numériques : un appel à l'action **40**
Mesures à prendre 40
Méthodes de recherche **41**

Remerciements

Cette feuille de route a été élaborée en consultation avec des chefs de file de la transformation numérique de l'industrie canadienne de la fabrication automobile, notamment par la tenue de 11 entretiens avec des experts et d'une table ronde avec l'industrie. Des représentants de FEO, de fournisseurs de pièces de niveaux 1 et 2, de fournisseurs de technologies numériques spécialisés dans le secteur de la fabrication automobile, de consultants et d'autres experts ont tous contribué à cette feuille de route.

Le CTIC et NGen remercient tous ceux qui ont consacré temps et efforts de réflexion à la production de ce document, y compris les personnes et organisations suivantes qui ont accepté que leurs noms soient mentionnés :

- **Ahmad Aminzadeh,** Ph. D., chercheur principal et spécialiste en R-D dans le domaine de la fabrication intelligente, Centre for Advanced Materials Joining (CAMJ), Université de Waterloo
- **Andrew McKinnon,** directeur des politiques, Accelerate ZEV
- **Greg Overwater,** P. Eng., directeur principal, Sécurité, innovation et réglementation, Global Automakers of Canada
- **Jumana Fathima,** directrice de l'IA, Kiwi Charge
- **Kayle Mather,** P.Eng., PMP, MBA, vice-président, Stratégie et innovation, Canadian Electric Vehicles Ltd. (CanEV)
- **Kulbir Colin Singh Dhillon,** directeur général, The Centre for Designing Change (CDC)
- **Matthew Fortier,** PDG, Accelerate ZEV
- **Nick Raddatz,** responsable grands comptes, Apera
- **Robin Lefler,** directeur général, Ionic Automation
- **Warren Ali,** directeur - Développement sectoriel, L'Institut Vector
- **Yi Li,** Ph. D., cofondateur et vice-président exécutif, Maple Advanced Robotics Inc.

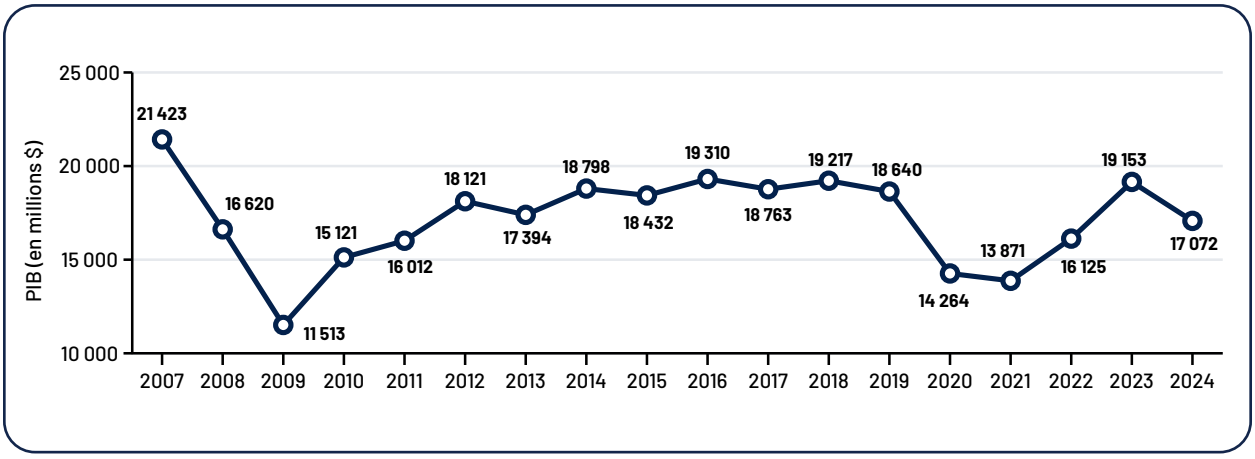
Raisons pour lesquelles cette feuille de route est nécessaire

Le secteur manufacturier canadien fait face à de forts vents économiques contraires causés par la baisse de la productivité, le sous-investissement et l'incertitude économique provoquée par les différends commerciaux internationaux. Pour le secteur de la fabrication automobile, ces vents contraires ont entraîné un ralentissement de la trajectoire de croissance depuis la crise financière de 2008 (figure 1).

Ces vents économiques surviennent à une époque de perturbations technologiques, provoquées par les avancées rapides des technologies numériques, notamment en intelligence artificielle (IA), mais aussi dans des technologies adjacentes telles que la robotique de pointe, les capteurs et l'Internet des objets (IdO), ainsi que les jumeaux numériques, les infrastructures numériques de base comme l'informatique en nuage.

Les fabricants canadiens, y compris les fabricants d'automobiles et de pièces automobiles, ont la possibilité d'augmenter leur productivité et d'accélérer leur croissance en adoptant davantage de technologies numériques dans leurs opérations de fabrication. Cependant, une enquête sectorielle réalisée par le CTIC révèle que de nombreuses technologies numériques de pointe, comme l'IA et les jumeaux numériques, n'ont pas encore été adoptées à grande échelle dans l'industrie automobile canadienne (figure 2).

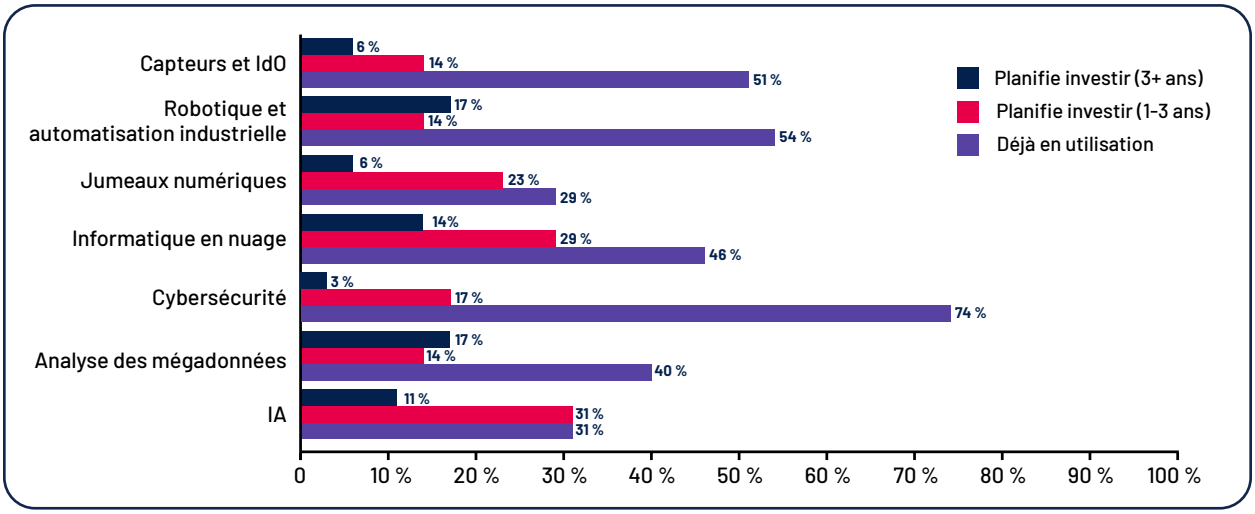
Figure 1. Valeur du PIB du secteur automobile canadien (2007-2024)



Source des données : Statistique Canada, tableau : 36-10-0434-01 (SCIAN 3361-3363)[1].

1 Statistique Canada (gouvernement du Canada), « Produit intérieur brut (PIB) au prix de base, par industrie, mensuel (x 1 000 000) », tableau : 36-10-0434-01, dernière mise à jour le 29 août 2025, https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610043401&request_locale=fr.

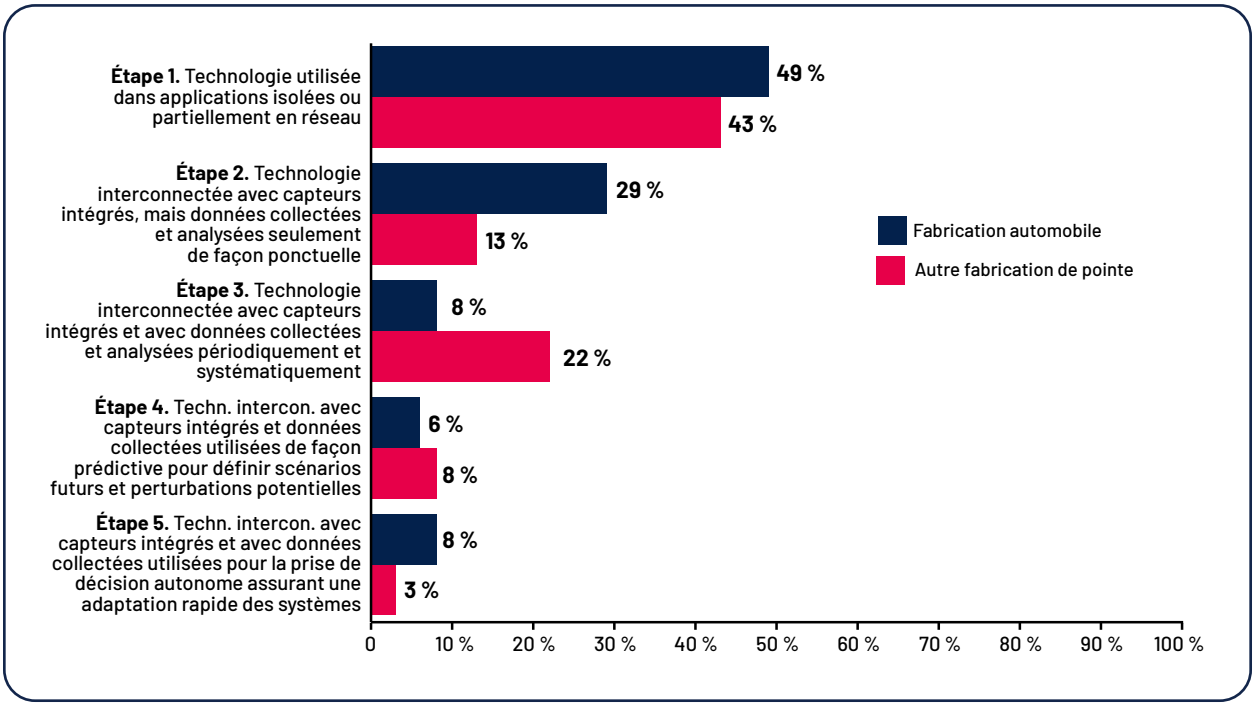
Figure 2. Adoption des technologies numériques dans le secteur canadien de la fabrication automobile (2025)



Source : Enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC, 2025.

L'adoption des technologies manufacturières au Canada montre des progrès mitigés selon les secteurs. Dans le secteur canadien de l'automobile, l'enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC a révélé que 49 % des fabricants automobiles utilisent les technologies numériques de manière fragmentaire, comme applications isolées ou partiellement en réseau, que 29 % emploient les technologies numériques interconnectées, mais n'analysent que les données collectées de manière ponctuelle, et que seulement 8 % emploient les technologies numériques interconnectées et analysent régulièrement et systématiquement les données collectées. De plus, 6 % utilisent de manière prédictive les données collectées à partir de capteurs en réseau, tandis que seulement 8 % utilisent les données collectées à partir de capteurs en réseau pour soutenir la prise de décision autonome (figure 3).

Figure 3. Étape de mise en œuvre des technologies numériques de pointe dans le secteur canadien de la fabrication automobile (2025)



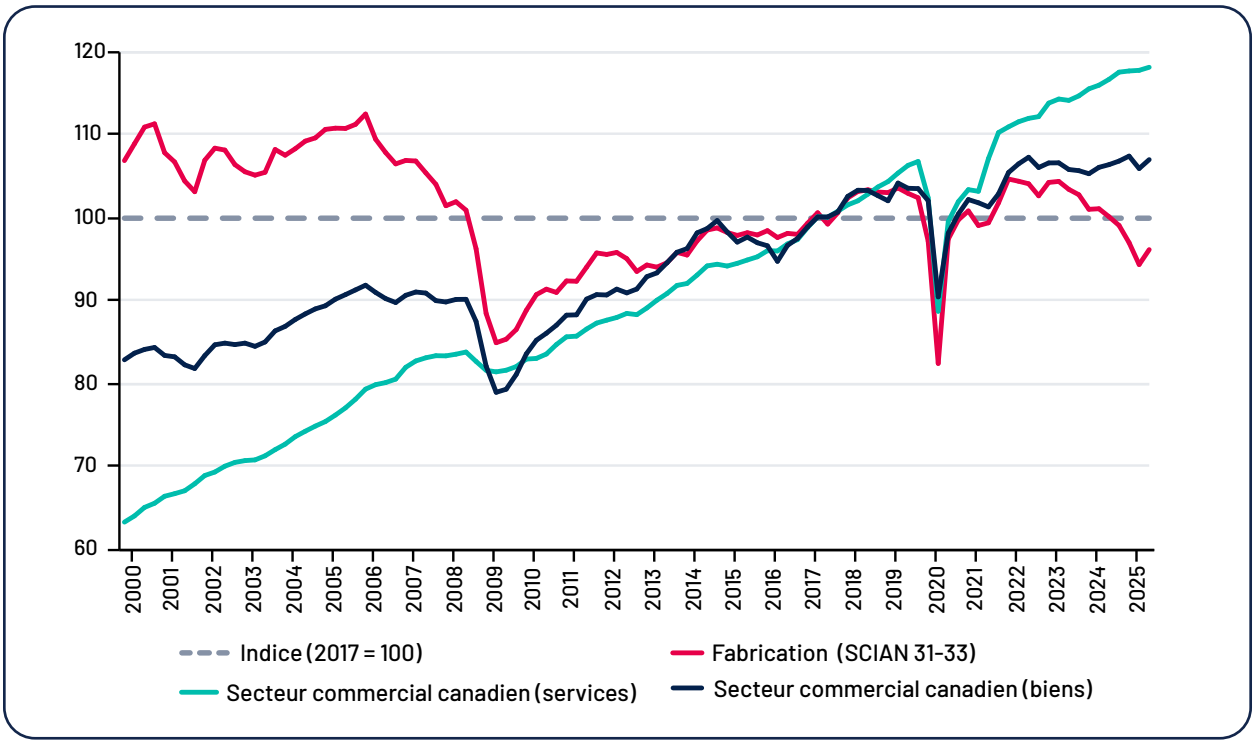
Source : Enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC, 2025.

En tirant parti des technologies numériques en réseau pour mener des opérations intégrées et autonomes dans un procédé de fabrication, voire dans l'ensemble d'une entreprise manufacturière, cela produirait un effet positif sur la productivité du travail dans le secteur manufacturier canadien (figure 4). Ces progrès seraient les bienvenus, car la baisse de productivité représente un frein persistant pour l'économie canadienne[2].

Les défis liés à la productivité sont souvent abordés sous l'angle de l'économie nationale, mais ils ont des répercussions très concrètes sur les entreprises individuelles. Les fabricants canadiens continuent d'accuser un retard par rapport à leurs homologues, notamment aux États-Unis, ce qui exerce une pression sur les coûts, les prix et les marges. Pour une PME qui est un fabricant de pièces automobiles typique de niveau 2 avec un chiffre d'affaires annuel de 20 millions de dollars et une marge de profit sur le bénéfice avant intérêts, impôts et amortissements (BAIIA) de 15 %, même une amélioration modeste de 5 % à 10 % du taux de rendement synthétique peut véritablement changer la donne.

Les améliorations rendues possibles par des outils tels que la surveillance de la production et la maintenance prédictive ou par une utilisation optimisée des données peuvent permettre d'augmenter le rendement et de réduire les temps d'arrêt sans nécessiter de nouveaux investissements importants. Par exemple, une augmentation de la production de 3 %, combinée à de modestes économies de coûts, pourrait se traduire par une hausse du BAIIA annuel de 300 000 $ à 600 000 $, soit une amélioration de 10 % à 20 % du résultat d'exploitation. Vue sous cet angle, l'adoption du numérique ne se résume pas à une simple mise à niveau technologique; il s'agit avant tout de renforcer la rentabilité et la valeur à long terme de l'entreprise.

Figure 4. Indice de la productivité du travail dans le secteur manufacturier au Canada (2000 au T2 de 2025)



Source des données : Statistique Canada, tableau : 36-10-0207-01[3].

2 Tim Sargent, « Productivity Growth in Canada: What is Going on? », Université de Calgary, École de politique publique, document d'information, octobre 2024, https://www.policyschool.ca/wp-content/uploads/2024/10/FP-9-ProductivityGrowth-Final.pdf.

3 Statistique Canada (gouvernement du Canada), « Indices de la productivité du travail et mesures connexes, selon les industries du secteur des entreprises, désaisonnalisées », tableau : 36-10-0207-01, dernière mise à jour le 3 septembre 2025, https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610020701&request_locale=fr.

Sept technologies numériques clés pour la fabrication automobile

Étant donné que l'ensemble du secteur canadien de la fabrication, y compris le secteur canadien de la fabrication automobile, se doit d'adopter des technologies numériques de pointe, le Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC) et Fabrication de prochaine génération Canada (NGen) sont d'avis que les sept technologies numériques ci-dessous (figure 5) sont essentielles à l'avenir du secteur canadien de la fabrication.

Figure 5. Sept technologies numériques clés essentielles à la fabrication au Canada

Intelligence artificielle (IA) et apprentissage automatique (AA)	Les systèmes alimentés par l'IA peuvent rapidement analyser de grands volumes de données, aidant à optimiser les procédés et à prédire les résultats, ainsi qu'à automatiser les tâches de prise de décision qui nécessiteraient normalement la cognition humaine. Les modèles d'apprentissage automatique peuvent ingérer des données d'entraînement et apprendre à faire des prédictions, ou à corriger des décisions, sans programmation explicite et codée matériellement.
Analyse de mégadonnées	Méthodes et outils utilisés pour collecter, sélectionner, traiter, intégrer et analyser des volumes extrêmement importants de données dans une opération de fabrication afin d'obtenir des informations et d'améliorer la prise de décision.
Informatique en nuage	Services informatiques à la demande, hors site, permettant d'accéder à des données et de les stocker, de traiter des informations et pouvant servir d'applications logicielles via Internet. L'informatique en nuage permet également aux fabricants de faire évoluer dynamiquement leur infrastructure informatique selon les besoins.
Cybersécurité (TI et TO)	Protéger les réseaux et données sensibles contre les menaces. Dans un environnement manufacturier, la cybersécurité inclut la protection à la fois des technologies de l'information (TI), telles que les réseaux et les données, ainsi que la technologie opérationnelle (TO), comme les machines, les systèmes de contrôle et les capteurs.
Jumeaux numériques	Représentation virtuelle ou modèle d'un actif réel, tel qu'une machine, une chaîne de production, un produit manufacturé ou une installation de fabrication entière, mis à jour de façon continue avec de nouvelles données et permettant au jumeau numérique de refléter l'état de l'actif réel.
Capteurs et Internet des objets (IdO)	Réseaux de machines, de capteurs et d'autres dispositifs électroniques pouvant être reliés en réseau pour collecter et partager des données en temps réel dans une usine ou une chaîne d'approvisionnement, souvent appelé Internet des objets (IdO) ou Internet industriel des objets (IIdO).
Robotique et automatisation industrielle	Les robots industriels sont utilisés depuis longtemps dans la fabrication automobile, mais la robotique de pointe, y compris les cobots et les robots humanoïdes, peut être utilisée dans la fabrication dans diverses applications et intégrée grâce à des technologies telles que l'IA et les réseaux IdO.

Figure 6. Niveaux de maturité technologique numérique de la fabrication de pointe

Étape de la transformation numérique	Niveau de maturité	Technologies numériques clés	Niveau de maturité de la transformation numérique de l'entreprise
Première étape	Technologies fondamentales	› Informatique en nuage/système ERP en nuage › Cybersécurité	Base : mettre en place l'infrastructure numérique nécessaire
Étape intermédiaire	Technologies d'optimisation opérationnelle	› Capteurs et IdO › Analyse de mégadonnées	Intégration et optimisation : établir des procédés de collecte et d'analyse des données pour une infrastructure numérique de base; déployer une plateforme de données pour les technologies de transformation
Étape finale	Technologies de transformation avancées	› IA/AA › Robotique et automatisation industrielle › Jumeaux numériques	Transformation : adopter des technologies numériques de pointe pour transformer les opérations de fabrication de l'entreprise

Source : analyse du CTIC, 2026.

Seule, aucune technologie numérique ne livre sa pleine valeur de manière isolée, la véritable valeur commerciale de toutes ces technologies n'est libérée que lorsqu'elles sont adoptées sous forme de piles technologiques. Comme l'illustre la figure 6, les fabricants automobiles peuvent constater que les sept technologies numériques clés sont réparties sur trois niveaux de maturité :

1. les technologies de base (informatique en nuage/ERP en nuage, cybersécurité);
2. les technologies d'optimisation opérationnelle (capteurs et IdO, analyse des mégadonnées); et
3. les technologies de transformation avancées (IA/AA, robotique et automatisation industrielle, et jumeaux numériques.

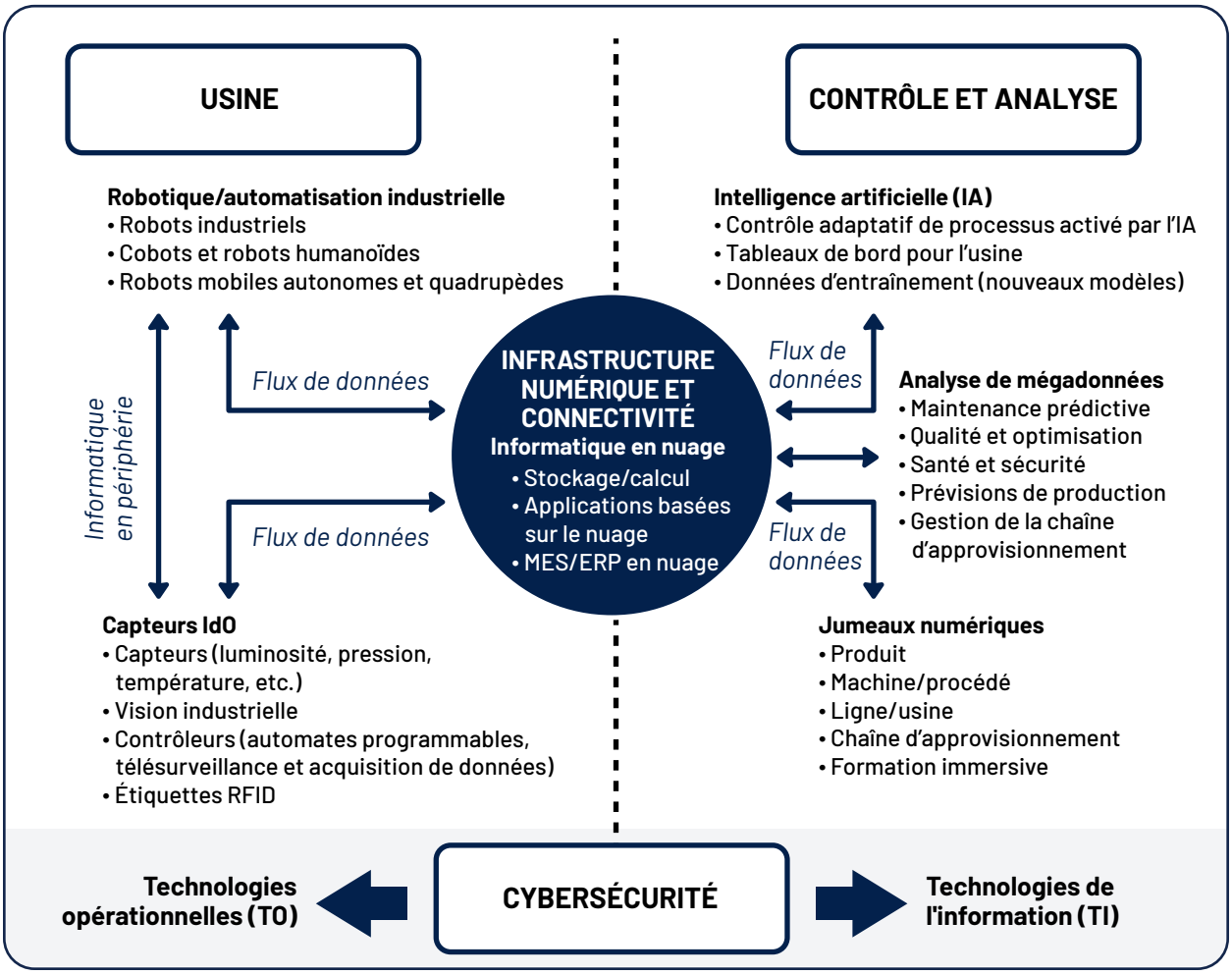
Bien que chacune des sept technologies numériques abordées dans cette analyse documentaire aurait, à elle seule, des conséquences sur la fabrication de pointe au Canada, l'interaction entre ces sept technologies produit véritablement un plus grand impact. Ces sept technologies peuvent être connectées numériquement pour une opération de fabrication ou même pour l'ensemble d'une chaîne d'approvisionnement manufacturière, ce qui produit des gains significatifs en matière d'excellence opérationnelle, de productivité, de sécurité, d'innovation et de réactivité au marché.

Par exemple, les capteurs déployés dans une opération de fabrication, sur des robots industriels et d'autres machines, peuvent collecter des quantités significatives de données en temps réel (c'est-à-dire des mégadonnées), qui peuvent être stockées et traitées dans un environnement infonuagique. Ces données peuvent être utilisées pour créer des jumeaux numériques de pièces de machinerie et robots individuels, de procédés de fabrication, voire de l'ensemble d'une entreprise manufacturière.

Les données peuvent également être utilisées pour entraîner des modèles d'IA et effectuer des inférences afin de gérer et optimiser les opérations de fabrication. L'infrastructure numérique et les données précieuses, intégrées aux actifs de technologie informatique (TI) et de technologie opérationnelle (TO) d'une entreprise manufacturière, doivent être sécurisées contre les cybermenaces, telles que les violations de données et les cyberattaques, grâce à un programme de cybersécurité robuste. La figure 7 présente, de manière générale, la façon dont les sept technologies numériques abordées dans cette feuille de route peuvent être intégrées les unes aux autres à l'usine et dans l'ensemble d'une entreprise de fabrication.

Le modèle présenté ci-dessus à la figure 7 est destiné à exprimer des aspirations, afin de donner un aperçu de ce qui est possible à long terme. Aujourd'hui, la plupart des fabricants automobiles canadiens n'ont pas atteint ce niveau d'intégration. Les fabricants automobiles canadiens interrogés pour cette feuille de route ont plutôt tendance à adopter progressivement des piles de technologies numériques, par le biais d'investissements stratégiques, de projets pilotes et d'apprentissage organisationnel.

Figure 7. Technologies numériques de pointe dans un modèle d'intégration à la fabrication



Source : analyse du CTIC, 2026.

Horizons temporels de la transformation numérique et de l'adoption des technologies numériques

Lorsque l'on discute de transformation numérique et d'adoption des technologies dans la fabrication canadienne, il est crucial d'élaborer des délais réalistes et réalisables. Les complexités de l'adoption des technologies numériques, tant techniques qu'organisationnelles, sont importantes. Lorsque les fabricants automobiles adoptent pour la première fois de nouvelles technologies numériques, telles que l'IA, les jumeaux numériques ou la robotique de pointe, il peut s'écouler des années avant qu'ils puissent tirer la pleine valeur de l'investissement et tirer le meilleur parti des technologies.

Un calendrier progressif de cinq ans offre aux fabricants automobiles qui entreprennent pour la première fois un projet de transformation numérique un calendrier réaliste et efficace d'adoption des technologies numériques. Les entreprises doivent s'attendre à passer la première ou les deux premières années à tester les nouvelles technologies, à collecter des données et à développer une analyse de rentabilité, puis jusqu'à trois ans à mener des projets pilotes efficaces dans leurs opérations de fabrication et à commencer l'intégration numérique à d'autres systèmes de fabrication et d'entreprise.

Étude de cas

Adoption des technologies numériques dans le secteur canadien de la fabrication automobile

Les fabricants automobiles canadiens du secteur de pointe sont en pleine transformation numérique, une transformation qui change non seulement les produits qu'ils fabriquent, mais aussi la manière dont ils les fabriquent. De la conception à la production à la livraison, de nouveaux outils et de nouvelles technologies remodèlent chaque étape du processus de fabrication automobile.

Cette étude de cas rassemble des voix provenant de tout le secteur automobile canadien, y compris des fabricants d'équipement d'origine (FEO), des fournisseurs de pièces de niveaux 1 et 2/3, des fournisseurs de technologies, ainsi que des chercheurs et innovateurs. Plutôt que de se concentrer sur une seule entreprise, elle intègre leurs perspectives à un contexte plus large indiquant la direction que prend le secteur de la fabrication automobile. En cours de route, nous entendons directement les points de vue de ceux qui sont en première ligne de cette transformation numérique : ce qui fonctionne, ce qui ne fonctionne pas, et comment les entreprises relèvent les défis de l'adoption numérique tout en gardant un œil sur la compétitivité mondiale.

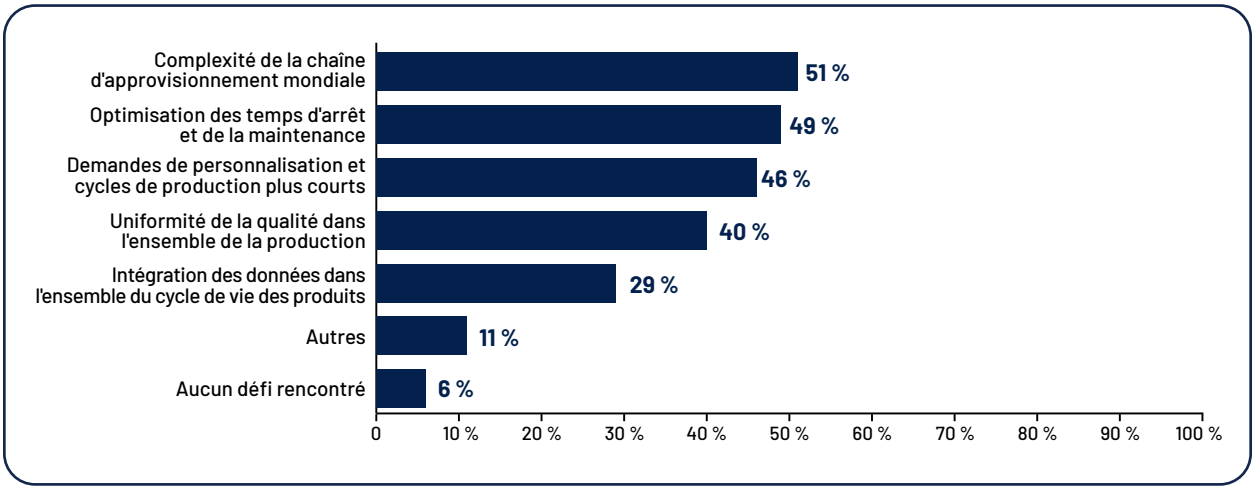
Aperçu et contexte de l'industrie

Le secteur canadien de la fabrication automobile est une pierre angulaire de l'économie nationale depuis des décennies, soutenant des centaines de milliers d'emplois manufacturiers, directement ou indirectement, et renforçant la compétitivité mondiale et la puissance technologique du Canada. Fortement interconnectée, l'industrie réunit des FEO mondiaux, ainsi que des fournisseurs de pièces de niveaux 1 et 2, chacun apportant une expertise spécialisée en fabrication de métaux, moulage de polymères, soudure de pointe, conception de pièces électroniques et de systèmes, et innovation technique répondant aux normes nationales et internationales rigoureuses.

Les entreprises présentées dans cette étude de cas peuvent être des petites et moyennes entreprises manufacturières, mais aussi des entreprises comptant plus de 3 000 employés. Ce qui les unit, c'est leur leadership dans le domaine de la transformation numérique. Ces entreprises sont connectées à l'écosystème canadien croissant de l'IA, sont soutenues par des partenariats stratégiques avec des fournisseurs technologiques de premier plan, des établissements postsecondaires et des incubateurs de développement technologique, et elles mettent à profit les technologies numériques de pointe, modernisent la production, améliorent l'efficacité et renforcent leur position concurrentielle.

Leur transformation numérique est motivée par la nécessité de résoudre des problèmes commerciaux concrets, notamment la complexité de la chaîne d'approvisionnement mondiale, la réduction et l'optimisation des temps d'arrêt attribuables à la maintenance, la satisfaction des demandes clients en matière de personnalisation, le maintien de la qualité et l'intégration des données au sein de leurs entreprises manufacturières (figure 8).

Figure 8. Les trois défis commerciaux les plus urgents – Secteur de la fabrication automobile (2025)

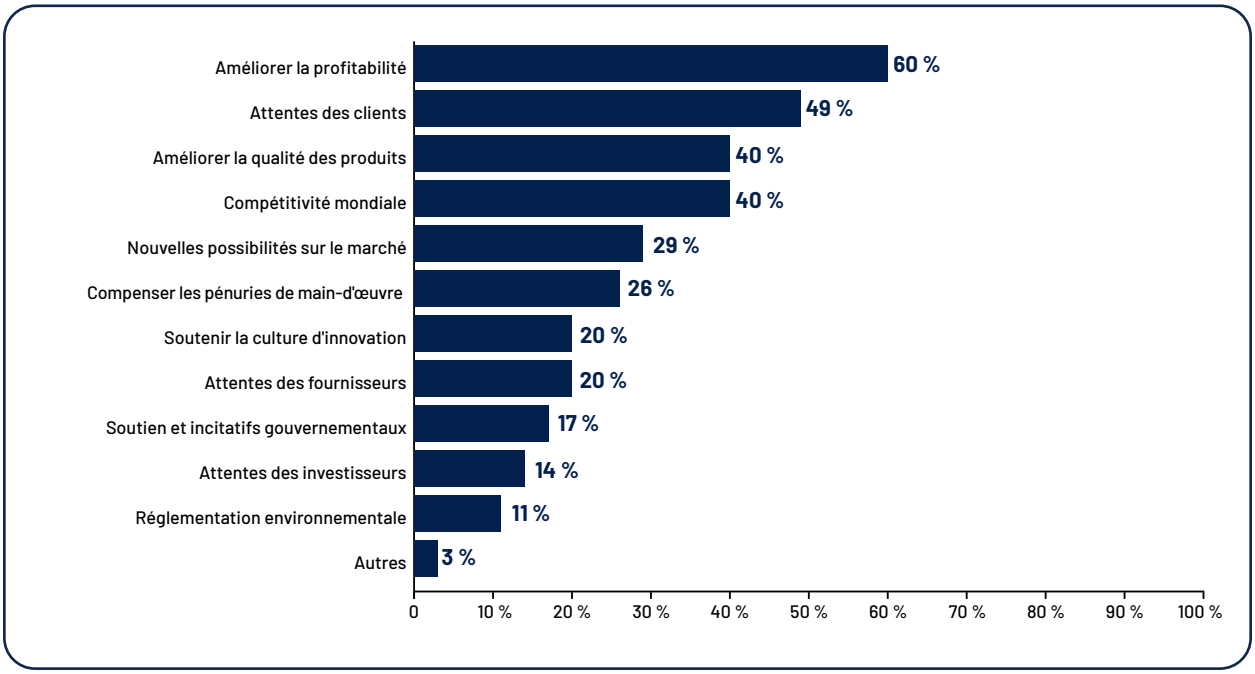


Source : Enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC, 2025.

Approches stratégiques pour l'adoption des technologies numériques

Pour les fabricants automobiles du secteur de pointe au Canada, l'adoption numérique est largement considérée comme essentielle pour qu'ils demeurent concurrentiels. Lorsqu'elles sont déployées stratégiquement, les technologies numériques peuvent modifier les structures de coûts, rationaliser les opérations et permettre une gestion plus automatisée et basée sur les données. Ce qui constitue une adoption « stratégique » varie selon le contexte, mais les principaux objectifs stratégiques de l'adoption des technologies numériques incluent l'amélioration de la rentabilité, la satisfaction des attentes des clients, l'amélioration de la qualité des produits, le suivi de la concurrence mondiale et la découverte de nouvelles possibilités sur le marché, ainsi que la compensation des pénuries de main-d'œuvre (figure 9).

Figure 9. Facteurs les plus importants favorisant l'adoption des technologies numériques – Secteur de la fabrication automobile (2025)



Source : Enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC, 2025.

Dans des installations neuves ou pour des programmes de production à fort volume, les avantages économiques de la transformation numérique sont plus clairs et les déploiements technologiques à grande échelle peuvent être plus faciles à justifier. Comme l'a expliqué un répondant, « si vous voulez faire la mise en œuvre massive de nouvelles technologies, il est parfois plus facile de le faire dans de nouvelles installations et au sein de programmes à fort volume. Si ces conditions ne sont pas présentes, il devient plus difficile de justifier leur mise en œuvre. » Dans les installations déjà en place, où l'adoption des technologies numériques peut être plus difficile en raison des systèmes, de l'équipement et des plans de sol existants, il est possible de réaliser des projets pilotes plus petits et modulaires, conçus pour être flexibles.

Contrairement aux fabricants disposant d'anciennes installations, les fabricants disposant de nouvelles installations tendent à rechercher des gains d'efficacité en matière de systèmes capables d'apporter des améliorations mesurables à l'ensemble des opérations, plutôt que des mises à niveau ponctuelles isolées. Certaines entreprises se dirigent vers la numérisation de bout en bout grâce à des outils comme les jumeaux numériques — des répliques virtuelles d'équipement ou de procédés pouvant être mis à jour en temps réel avec des données de capteurs. Ces technologies vont bien au-delà des économies liées à la main-d'œuvre. Ils améliorent la flexibilité, aident les travailleurs à accomplir les tâches de manière plus efficace et sécurisée, et soutiennent une production de meilleure qualité.

Les besoins des clients, en particulier ceux des grands FEO, sont un autre facteur majeur. La communication système en temps réel permet aux entreprises d'ajuster la production pour éviter l'accumulation de stocks ou de suivre les composants signalés en vue d'une manipulation spéciale. Les outils de maintenance prédictive peuvent détecter les variations de rendement avant que les pannes d'équipement ne surviennent, ce qui contribue à éviter des interruptions coûteuses.

Les entreprises testent également l'IA, l'analyse de mégadonnées et des systèmes d'assurance qualité utilisant des capteurs numériques tels que des caméras à vision machine et le LiDAR pour identifier et retirer les pièces défectueuses des chaînes de production. Certaines entreprises interrogées considèrent l'IA comme un « multiplicateur de force » pour les équipes de design et d'administration, tandis que d'autres expérimentent des outils d'IA générative pour améliorer l'efficacité. Les entreprises les plus avancées parmi les fournisseurs de pièces de niveau 1 ont déjà adopté la technologie d'automatisation reposant sur l'IA dans leurs opérations de fabrication via des tableaux de bord numériques reliés aux systèmes d'exécution de fabrication.

Dans tous les cas d'utilisation, les entreprises reconnaissent que les données elles-mêmes sont devenues un atout stratégique, car les flux de données leur permettent d'adopter un ensemble complet de technologies numériques. Comme les indicateurs environnementaux ou de rendement de la main-d'œuvre, les données opérationnelles doivent être suivies, mesurées et maintenues tout au long de la production. Les pièces finies doivent être suivies tout au long de la chaîne d'approvisionnement aux fins de facturation, de contrôle qualité et de gestion de la chaîne d'approvisionnement. Selon les entreprises de fabrication automobile interrogées pour cette recherche, l'un des plus grands défis de la transformation numérique de leurs entreprises manufacturières constitue la gestion et la sélection des énormes volumes de données produites, les décisions qu'elles doivent prendre quant aux données capturées et stockées, ainsi que la façon dont elles peuvent tirer le maximum de ces données.

Applications technologiques en pratique

Dans le secteur canadien de la fabrication automobile contemporaine, l'adoption de technologies numériques de pointe est souvent moins une question de choix qu'une question de survie de l'entreprise, car les marchés traditionnels canadiens des pièces automobiles et des véhicules finis sont bouleversés, la concurrence étrangère devient plus performante et les nouvelles technologies numériques prennent une place plus importante dans la fabrication. Il est évident que la transformation numérique est essentielle dans le secteur canadien de la fabrication automobile, mais les stratégies efficaces et les meilleures pratiques pour y parvenir sont moins claires — en particulier pour les petites et moyennes entreprises (PME).

Comme l'a dit un répondant, « nous investissons temps, ressources et tout ce qu'il faut pour mener à bien la transformation, car sinon, nous sommes morts de toute façon. » La concurrence féroce signifie que les fournisseurs de pièces de niveaux 1 et 2/3 subissent une pression immense pour automatiser leur fabrication afin de rester compétitifs en termes de coûts. S'ils ne le font pas, les bons de commande et les nouveaux contrats peuvent rapidement être transférés à des concurrents qui livrent les pièces à moindre coût et à une qualité supérieure.

De plus, les entreprises font face à des pressions externes croissantes. Comme l'a expliqué un répondant à propos de l'adoption de l'IA, « elle sera soit portée par vos clients, soit par vos investisseurs, soit par votre conseil d'administration, soit par les régulateurs. Parce que c'est quelque chose qui ressemble à Internet il y a 30 ans [...] aujourd'hui, votre entreprise ne pourrait pas fonctionner sans lui — l'IA, c'est la même chose. »

Les entreprises canadiennes interrogées pour cette feuille de route ne progressent pas au même rythme — chacune se trouve à une étape différente de son parcours

de transformation numérique. Un dirigeant a expliqué, « nous faisons du jumelage numérique au niveau local, et nous réalisons des simulations de cellules robotiques. Nous faisons de plus en plus de simulations de lignes. La seule chose que nous ne faisons toujours pas, ce sont des jumeaux numériques d'installations complètes. Et c'est l'étape suivante — à long terme, il faudrait créer un jumeau numérique de l'ensemble de l'entreprise et de toutes ses unités opérationnelles. »

Différents fabricants entament leur parcours de transformation numérique à partir de points de départ différents. Pour certains fabricants interrogés, en particulier les FEO et les fabricants de pièces de niveau 1, l'adoption des technologies numériques a été une entreprise de plusieurs décennies, la dernière génération de technologies numériques de pointe, telles que l'IA et les jumeaux numériques, constituant la prochaine étape d'un processus robuste et durable de transformation numérique. Pour d'autres entreprises, en particulier les PME de niveau 2/3 de l'industrie, bien que certains systèmes numériques soient utilisés, ils sont isolés et de nouvelles technologies sont ajoutées au fil du temps.

Une approche fragmentée peut pousser une entreprise à numériser lentement ses opérations au fil du temps, afin de profiter des avantages d'une transformation numérique complète; les technologies numériques, comme l'informatique en nuage, les capteurs et l'IdO, ainsi que les jumeaux numériques, doivent être adoptées comme piles technologiques et intégrées les unes aux autres. Les entreprises les plus tournées vers l'avenir qui ont contribué à cette feuille de route ont adopté une approche proactive, stratégique et intégrée lors de la transformation numérique de leurs activités.

Cybersécurité

Avant d'explorer la façon dont les technologies numériques comme l'IA, la robotique de pointe et l'informatique en nuage transforment la fabrication automobile, il est important de reconnaître que la cybersécurité est une couche fondamentale de la transformation numérique. À mesure que les systèmes de production deviennent plus connectés, la technologie opérationnelle (TO), y compris les machines, les robots, les capteurs, et les technologies de l'information (TI), comme les systèmes d'entreprise et de chaîne d'approvisionnement, sont exposées à de nouveaux risques, notamment des cybermenaces pouvant se propager entre les systèmes TI et TO.

Un incident cybernétique majeur peut freiner la production, compromettre la propriété intellectuelle et nuire à la confiance des clients. En effet, les récentes cyberattaques contre Jaguar Land Rover au Royaume-Uni, qui ont paralysé la production pendant plusieurs semaines à l'automne 2025, montrent les effets étendus qu'un incident de cybersécurité peut avoir sur une entreprise automobile et sur toute la chaîne d'approvisionnement automobile[4].

Pour cette raison, la cybersécurité doit être intégrée dès le départ aux plans de transformation numérique. Les PME peuvent prendre des mesures immédiates, comme l'utilisation d'authentification multifactorielle, l'isolement des réseaux d'ateliers et la mise à jour régulière des logiciels, tandis que les grandes entreprises adoptent la surveillance pilotée par l'IA et la détection de pointe des menaces. Des approches proactives de cybersécurité, comme des exercices d'équipe rouge et des tests d'intrusion, où des équipes de professionnels en cybersécurité sont employées pour compromettre intentionnellement un réseau afin de tester les systèmes de TI et de TO, peuvent également grandement améliorer la situation d'une entreprise manufacturière en matière de cybersécurité.

La cybersécurité ne fonctionne pas en silo — elle sous-tend tous les outils et systèmes numériques évoqués dans les sections qui suivent.

Intelligence artificielle

Pour les entreprises automobiles, l'IA n'est pas une technologie unique, mais de nombreuses applications différentes qui réduisent les temps d'arrêt, améliorent la qualité et renforcent la flexibilité. Des robots de soudure guidés par des systèmes de vision artificielle aux jumeaux numériques qui testent virtuellement les changements de production, l'IA aide déjà les fabricants à améliorer les coûts, la rapidité et la personnalisation.

L'IA est déployée dans les usines et dans les fonctions administratives, favorisant l'optimisation des procédés et l'automatisation des flux de travail. Les équipes de conception et les développeurs internes utilisent l'IA pour les tests, la détection d'erreurs et l'amélioration des systèmes. Par contre, certaines entreprises testent des outils comme Microsoft Copilot pour remplacer les processus papier et les tableaux épars par des systèmes centralisés soutenus par l'IA. Des plateformes d'entreprise comme SAP sont également déployées pour remplacer les anciens systèmes et améliorer la surveillance, créant ainsi une image opérationnelle commune de l'entreprise manufacturière.

L'IA générative émerge comme un outil pouvant moderniser les flux de travail désuets et améliorer la productivité de la main-d'œuvre. Comme l'a souligné un dirigeant d'entreprise, « les employés doivent être conscients que cela ne prendra pas leur emploi aujourd'hui, mais que cela les rendra plus productifs. Donc leur production, qui aurait pu équivaloir à trois projets en une semaine, pourrait potentiellement équivaloir à trois projets en une journée — donc 15 par semaine. »

Les personnes interrogées ont souligné l'importance de distinguer l'IA « physique » de l'IA « numérique » pour

4 BBC News, « JLR could face disruption until November after hack », 16 septembre 2025, https://www.bbc.com/news/articles/czewlj57e24o.

comprendre comment cette technologie est intégrée aux opérations de fabrication. Dans la fabrication automobile, l'IA n'est pas la même partout.

Dans certains cas, elle sert à contrôler les machines et capteurs dans l'atelier, et dans d'autres, elle fonctionne en coulisses sous forme de modèles numériques et de logiciels qui guident la prise de décision. L'IA physique désigne l'IA intégrée aux systèmes matériels, à la robotique, à l'équipement d'automatisation et aux dispositifs d'IdO qui agissent sur des données en temps réel dans le monde physique. L'IA numérique désigne l'IA appliquée dans des environnements virtuels et des logiciels, tels que les jumeaux numériques, les tableaux de bord et les systèmes d'aide à la décision qui aident à planifier, tester et optimiser les procédés.

Alors que les entreprises canadiennes intègrent progressivement l'IA, elles reconnaissent aussi le fossé à l'échelle mondiale auquel est confronté le secteur manufacturier canadien. Comme l'a observé un répondant, « la Chine construit déjà des installations de fabrication dans le noir » pour fabriquer des produits tels que des téléphones portables et d'autres appareils électroniques, « des installations sans intervention humaine, entièrement automatisées. » Au Canada, l'adoption est plus progressive et met l'accent sur la flexibilité, l'intégration et la croissance mesurée.

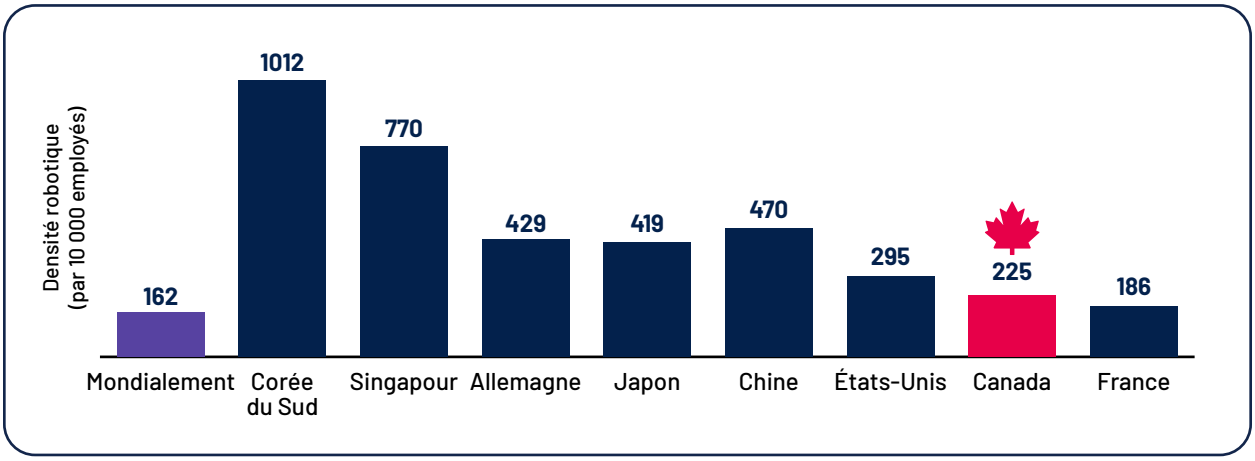
Robotique et automatisation industrielle

Les robots industriels sont une figure incontournable de la fabrication automobile depuis plus de trente ans, notamment dans la soudure, le découpage et la peinture. Ce qui est différent aujourd'hui, c'est que ces systèmes sont de plus en plus propulsés par l'IA et connectés à des capteurs de l'IdO, ce qui les rend plus flexibles, adaptatifs et capables de travailler en toute sécurité aux côtés des personnes. Les plateformes robotiques de pointe, telles que les cobots et les robots humanoïdes, offrent des plateformes ayant une flexibilité inégalée comparativement aux anciens robots industriels des décennies passées. Même si le Canada est loin d'être un chef de file mondial dans l'adoption de la robotique, il bénéficie de densités robotiques similaires à celles des économies comparables telles que les États-Unis et la France, même s'il est en retard par rapport aux chefs de file mondiaux tels que Singapour et la Corée du Sud (figure 10).

Les fabricants automobiles interrogés pour cette feuille de route ont rapporté que les robots effectuent déjà des tâches répétitives telles que le ponçage, la pulvérisation et l'inspection, libérant ainsi les travailleurs qui peuvent se concentrer sur des activités à plus grande valeur ajoutée. Comme l'a expliqué un répondant, « nous commençons à utiliser des machines de polissage automatisées, des soudeuses automatisées et une cabine de peinture dissimulée qui sait quoi peindre ensuite. Auparavant, il fallait s'arrêter et changer de couleur. Maintenant, avec un système de collecteur, le robot sait ce qu'il doit peindre par la suite. »

La robotique réduit également le temps de traitement. Une entreprise interrogée a indiqué que le temps passé à poncer les panneaux de toit a diminué de 50 % par unité, passant de 30 minutes à 15 minutes. Comme l'a expliqué un responsable de la production, « d'un point de vue ergonomique, je ne ponce pas des panneaux toute la journée et j'ai déjà mal au dos, c'est quelque chose que nous pouvons absolument automatiser, ce qui permet ensuite aux opérateurs d'être réaffectés à d'autres tâches dans l'usine. » Par exemple, au lieu d'assigner un seul travailleur à poncer des panneaux, l'ouvrier peut superviser une cellule robotisée ponçant plusieurs panneaux simultanément.

Figure 10. Densités robotiques au Canada et dans certains pays (2023)



Source des données : International Federation of Robotics, 2024[5].

5 Voir : International Federation of Robotics, « Global Robot Density in Factories Doubled in Seven Years », communiqué de presse, 10 novembre 2024, https://ifr.org/ifr-press-releases/news/global-robot-density-in-factories-doubled-in-seven-years.

L'inspection robotique s'améliore également. Les lecteurs optiques LiDAR peuvent être utilisés pour numériser une pièce complète en 15 minutes et produire des rapports numériques détaillés pouvant être téléchargés dans les systèmes d'une entreprise. Les robots sont de plus en plus compacts et flexibles, et les cobots et robots soudeurs peuvent améliorer la précision et réduire les défauts par rapport à ce qui est possible avec un opérateur humain.

Pourtant, les cobots posent de nouveaux défis. La sécurité est primordiale dans les environnements collaboratifs, « si je peux toucher ce robot, je dois savoir quelle force est acceptable. Et les gens oublient ce qu'il y a à l'extrémité du robot », a expliqué un chef de file de l'innovation. Bien que les cobots offrent de nouvelles possibilités d'interaction humain-machine plus étroite, il est primordial que cela soit fait de façon sécuritaire.

La manutention des matériaux évolue vers des robots mobiles autonomes (AMR). Comme l'a expliqué un répondant, « les AMR existent en différentes tailles et nous les utilisons pour diverses tâches. Les AMR plus petits sont utilisés pour une plus grande variété d'activités liées à toutes les petites pièces, les bacs, les lignes d'alimentation, et ce genre de choses. » Certains fabricants interrogés ont noté que des AMR plus grands sont également utilisés pour les mouvements intralogistiques de matériaux volumineux.

Un répondant a expliqué comment son usine collaborait avec un fournisseur de robotique pour mettre en place des robots quadrupèdes (c'est-à-dire des « chiens robots ») qui servent d'inspecteurs autonomes mobiles d'équipements et d'installations et qui utilisent des capteurs pour prendre des mesures régulières des conditions de fonctionnement de l'usine.

Pour de nombreux fabricants automobiles interrogés, le véritable potentiel de l'adoption de technologies robotiques de pointe réside dans la flexibilité, « le rêve des applications collaboratives est la flexibilité. Vous pouvez utiliser le robot pour différentes fonctions selon vos besoins. Nous nous attelons désormais à des tâches plus complexes, et souvent la bonne façon de le faire est d'avoir un certain niveau d'interaction entre une personne et l'automatisation », a souligné un chef de file du secteur.

Informatique en nuage

L'informatique en nuage permet aux fabricants d'exécuter des logiciels, de stocker des fichiers et de traiter de grandes quantités de données sans avoir besoin de serveurs internes. L'informatique en nuage offre un stockage et une puissance de traitement évolutifs, soutenant tous les types de données, des plateformes d'analyse de mégadonnées au stockage de fichiers de R&D et de conception volumineux. La technologie en nuage sert de plus en plus de pilier reliant l'IA, les robots de pointe et l'IdO pour les sites de production et les partenaires de la chaîne d'approvisionnement. Les applications des systèmes d'exécution de fabrication (MES) et de planification des ressources d'entreprise (ERP) en nuage gagnent également en popularité chez les fabricants automobiles canadiens.

Résultats opérationnels et concurrentiels

Les entreprises de fabrication automobile interrogées pour cette feuille de route ont rapporté que les outils numériques fournissent déjà des résultats concrets. L'analyse prédictive permet aux équipes de maintenance d'identifier les ralentissements avant que des pannes ne surviennent, tandis que le partage de données en temps réel avec les FEO assure la synchronisation de la production et évite l'accumulation de stocks ou les pénuries coûteuses.

En soudure, la surveillance pilotée par l'IA réduit les défaillances et les rebuts, ce qui améliore la production. L'automatisation améliore également la sécurité en retirant les travailleurs de tâches répétitives ou dangereuses, et les systèmes de contrôle qualité améliorent la précision, ce qui réduit le gaspillage de matériaux et le travail devant être repris et ce qui génère des économies.

Pourtant, un résultat majeur de l'adoption de technologies numériques de pointe est une plus grande flexibilité sur les lignes de production. Comme l'a expliqué un répondant, « ce que nous cherchons évidemment, c'est à réduire les coûts, mais je pense que plus important encore, nous cherchons à améliorer la flexibilité de notre production. L'industrie tend vers un client capable de commander un produit unique et de le recevoir aussi rapidement que possible et essentiellement de la manière la plus conforme possible à la commande de fabrication. »

De cette volonté de personnalisation de masse naît l'automatisation et des technologies telles que les jumeaux numériques de produits, lesquelles sont essentielles pour réduire les stocks de produits finis, tout en répondant à l'évolution rapide des demandes des clients. Comme l'observe un répondant, « l'automatisation offre une partie de la flexibilité que nous n'avions peut-être pas par le passé dans nos opérations existantes. »

Le coût reste cependant un indicateur clé. Comme l'a observé un autre répondant, « les décisions spécifiques concernant l'automatisation ou l'utilisation d'une nouvelle technologie devraient être basées sur les intrants et les extrants. Combien cela nous coûtera-t-il? Et quel résultat obtiendrons-nous? » Dans l'ensemble, la valeur de l'adoption numérique ne réside pas dans la transformation en soi, mais dans les gains mesurables en termes d'efficacité, de structures de coûts et de compétitivité.

Comprendre le RCI et mesurer les résultats de la transformation numérique

Le calcul du retour du capital investi (RCI) dans la transformation numérique dans le secteur de la fabrication automobile reste un défi persistant, en particulier pour les petits fabricants.

Pour les PME, l'évaluation du RCI se fait souvent de manière intuitive, plutôt que d'être basée sur des critères traditionnels coûts-bénéfices. En effet, la capacité des PME à mener une transformation numérique dépend souvent moins des modèles traditionnels de retour du capital investique de l'accès aux outils de financement. Les programmes de location, les incitatifs gouvernementaux ou les projets pilotes soutenus par les fournisseurs sont souvent des facilitateurs essentiels de l'adoption des technologies numériques pour les PME. Cependant, il est possible pour les PME d'adopter des indicateurs d'évaluation du RCI plus formels afin de soutenir la prise de décision liée à l'adoption des technologies numériques.

Les grands fournisseurs de niveau 1 peuvent adopter des technologies numériques non pas parce que les avantages financiers sont toujours clairs, mais parce que l'inaction risque de leur faire perdre des contrats avec les fabricants d'origine. Dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, l'adoption des technologies numériques vise en partie à répondre aux attentes et aux besoins des clients, ce qui peut l'emporter sur des calculs stricts coûts-bénéfices.

Dans l'ensemble du secteur, le succès se mesure souvent à la réduction des coûts et aux économies de coûts, à l'amélioration de la sécurité et au renforcement de la compétitivité de l'entreprise. Comme l'a expliqué un autre répondant, « le retour du capital investi dans la transformation numérique existe parce qu'il améliorera vos résultats nets, qu'il vous rendra plus rentable et qu'il détectera les inefficacités. »

Un autre problème se pose pour l'évaluation du RCI dans la transformation numérique : la manière dont les technologies numériques, comme l'IA, l'informatique en nuage, la robotique de pointe ou les jumeaux numériques, ont tendance à être adoptées sous forme de piles de technologies intégrées. Pour cette raison, les projets de transformation numérique doivent être évalués de manière systématique, plutôt que de manière fragmentée. Les bénéfices doivent être mesurés au niveau du système, et non seulement au niveau de la tâche. Comme l'a souligné un répondant, « ce que nous devons savoir, c'est l'efficacité et l'optimisation à l'échelle du système, et non seulement pour une petite partie à l'intérieur de ce système, car si vous économisez 5 % du temps de manutention des matériaux pour un procédé, vous ne pouvez pas licencier 5 % d'un employé de manutention, ce qui souligne l'importance de faire un examen à l'échelle du système pour l'ensemble de l'installation. »

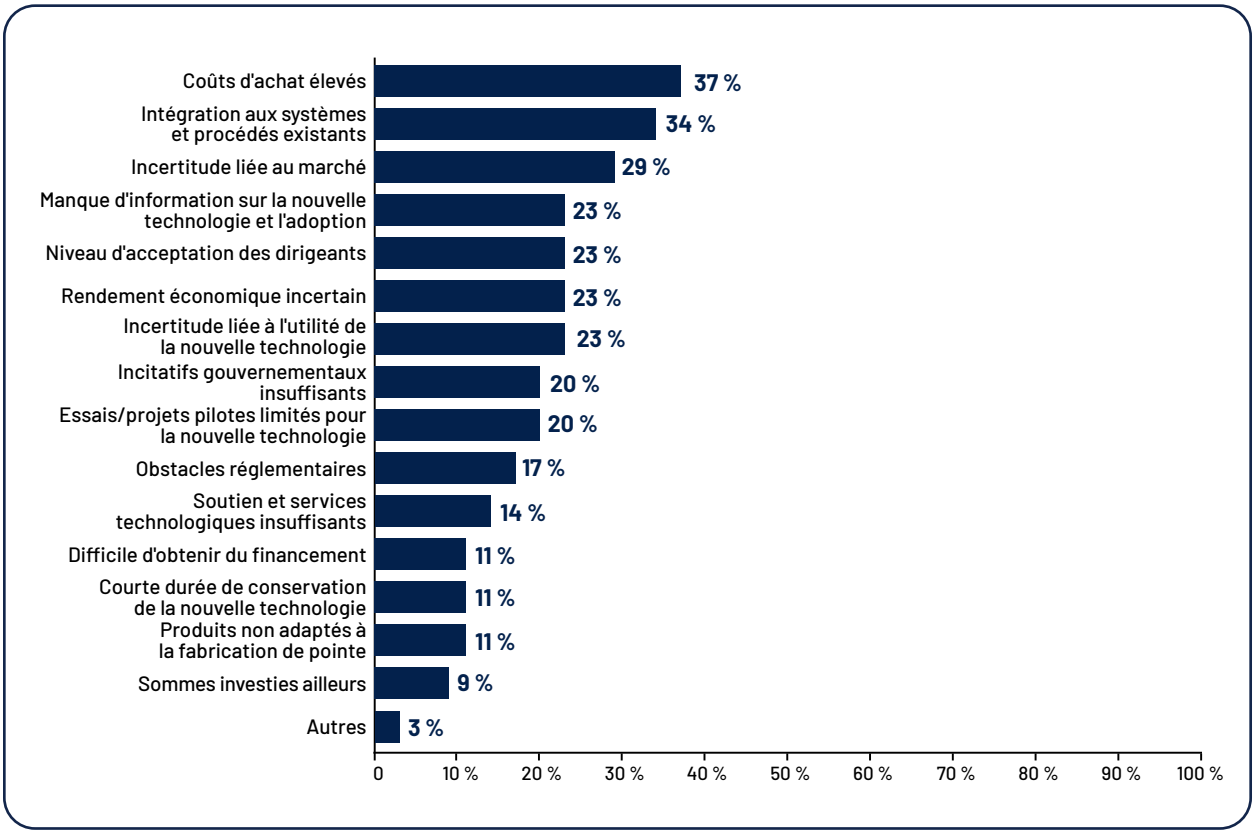
Les projets pilotes peuvent jouer un rôle crucial pour combler cet écart. En testant les technologies à plus petite échelle, les entreprises peuvent observer leur rendement dans des conditions réelles, renforcer le niveau de connaissance des équipes et générer des données pratiques à partir de leurs propres installations — des preuves qui renforcent l'argumentaire économique en faveur d'une adoption à grande échelle future. Comme l'a expliqué un chef de file technologique, « nous voulons l'utiliser pour cette tâche comme nous le souhaitons, mais nous n'avons pas nécessairement défini le RCI. Cela ne repose pas sur l'ergonomie, ni sur l'argent, ni sur quoi que ce soit, mais nous comprenons l'importance de ce type de technologie pour l'avenir. »

Obstacles à l'adoption

Malgré l'accessibilité croissante, d'importants obstacles continuent de freiner l'adoption de technologies de pointe dans le secteur canadien de l'automobile, la mise en œuvre étant limitée par la taille de l'entreprise, les ressources internes et la préparation au marché.

Les fabricants automobiles canadiens rapportent des coûts d'achat élevés, l'intégration aux systèmes et procédés existants et l'incertitude du marché comme obstacles majeurs, ainsi que le manque d'informations sur la manière d'adopter de nouvelles technologies numériques dans la fabrication, le niveau d'acceptation des dirigeants, les incitatifs gouvernementaux insuffisants et des possibilités limitées de mise à l'essai ou de mise en place de nouveaux projets pilotes de transformation numérique (figure 11). De nombreux dirigeants d'entreprise interrogés pour cette feuille de route ont cité le différend commercial actuel entre le Canada et les États-Unis comme un facteur important d'incertitude commerciale.

Figure 11. Principaux obstacles à l'adoption des technologies numériques – Secteur de la fabrication automobile (2025)



Source : Enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC, 2025.

Obstacles liés aux compétences

Les véhicules d'aujourd'hui sont plus que des produits purement mécaniques; ils sont plutôt des plateformes technologiques complexes. C'est pour cette raison qu'il devient de plus en plus important que les équipes de direction soient guidées et influencées par des chefs de file technologiques tels que des DTI et des DPI, et non seulement par des comptables ou des ingénieurs traditionnels en fabrication et production.

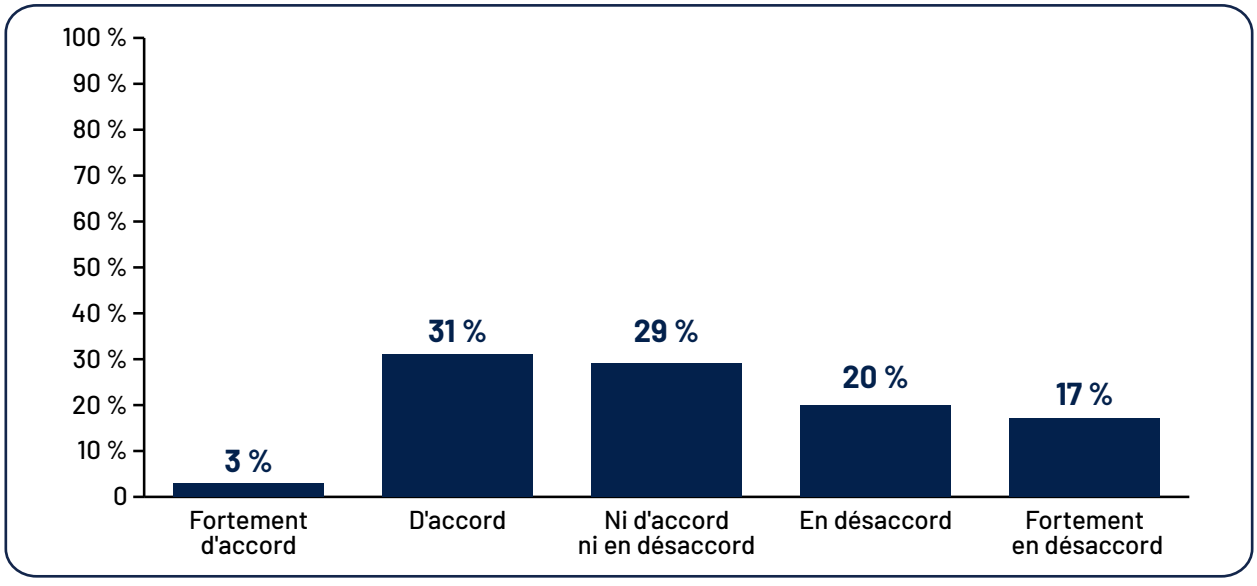
Pour certaines entreprises, le plus grand obstacle à l'adoption des technologies numériques ne réside pas dans le coût de l'équipement, mais dans la capacité de la main-d'œuvre. De nombreuses entreprises n'ont pas de scientifiques des données, d'ingénieurs des procédés ou d'experts en IA/AA capables de concevoir, d'assurer la maintenance et de tenir à jour des systèmes numériques de pointe. Comme l'a souligné un répondant, « nous avons encore trop d'ingénieurs mécaniques et de comptables à la tête de nos FEO et entreprises. Nous devons faire appel à des techniciens, tant pour les logiciels que pour le matériel. » Cela est particulièrement vrai pour les petites entreprises de fabrication de pièces de niveau 2, qui, à moins de se concentrer spécifiquement sur les systèmes numériques, ont tendance à ne pas avoir la main-d'œuvre technologique nécessaire pour soutenir la transformation numérique.

De plus, même lorsque les entreprises de fabrication automobile embauchent des employés qualifiés en technologie comme les scientifiques des données, en particulier les récents diplômés universitaires, ces employés, nouveaux dans le secteur de la fabrication, ont souvent du mal à appliquer leur expertise dans un contexte de fabrication. Pour traduire l'analyse de pointe de mégadonnées en solutions d'IA dans les procédés de production, il faut des connaissances industrielles appliquées souvent sous-développées dans les programmes d'études traditionnels au Canada.

Pourtant, comme l'a expliqué un autre participant, « certaines personnes pensent qu'il suffit d'extraire des données pour connaître tous les secrets — ce n'est pas le cas, ce sont juste des 1 et des 0 qu'il faut passer en revue. » Une solution numérique élégante à un problème de fabrication peut fonctionner en mode virtuel, mais elle peut rencontrer des problèmes imprévus lorsqu'elle est appliquée à l'usine. L'industrie de la fabrication automobile doit encourager les talents technologiques, ce qui contribuera à fournir aux nouveaux travailleurs de l'ingénierie et de la technologie une expertise dans le domaine de la fabrication.

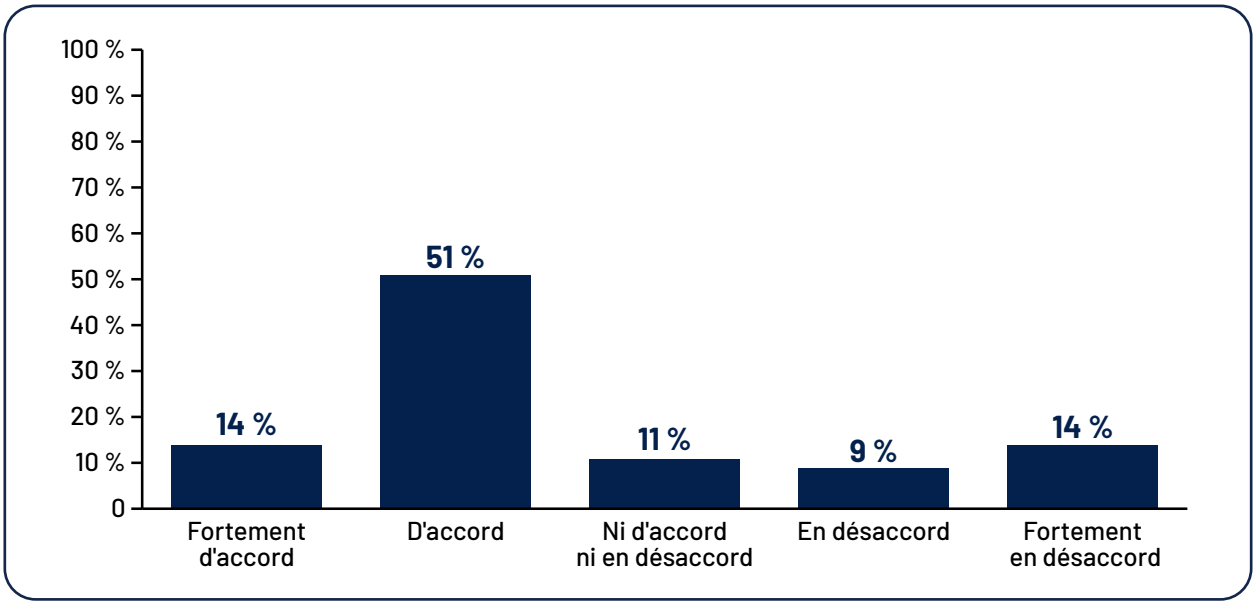
Des améliorations pourraient être apportées en ce qui concerne le soutien à la formation du personnel et au développement de la main-d'œuvre si l'on souhaite soutenir les efforts de transformation numérique. Alors que 65 % des fabricants automobiles répondant à l'enquête sur la transformation numérique du CTIC auprès des fabricants canadiens ont déclaré avoir le personnel disposant des compétences technologiques numériques nécessaires pour adopter les technologies, seulement 34 % des fabricants automobiles ont déclaré disposer d'un plan de formation pour soutenir l'adoption des technologies numériques (figures 12 et 13).

Figure 12. En accord/désaccord - Mon organisation dispose du plan de formation du personnel requis pour mettre en œuvre et adopter de nouvelles technologies numériques.



Source : Enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC, 2025.

Figure 13. En accord/désaccord - Mon organisation dispose du personnel possédant les compétences en technologies numériques nécessaires pour mettre en œuvre et adopter de nouvelles technologies.



Source : Enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC, 2025.

Obstacles liés aux coûts

Les répondants ont aussi indiqué que les coûts sont également un obstacle important. Les grands fabricants peuvent budgétiser annuellement de nouveaux équipements dans leur budget d'investissement, mais les PME comptent souvent sur des flux de trésorerie continus pour financer de nouvelles technologies. Comme l'a noté un fournisseur de technologies, « dans de nombreux cas, ils n'ont pas de budget préparé. Même lorsqu'ils souhaitent mettre à jour leur équipement, ils n'ont pas assez d'argent pour acheter du matériel. »

Un répondant a expliqué que malgré la baisse des prix de certaines technologies numériques, comme les cobots qui coûtent désormais une fraction des robots traditionnels, pour certains propriétaires de PME, l'achat d'un cobot se compare à l'achat d'une Ferrari en espèces. Les pressions sur les coûts façonnent aussi la culture d'entreprise. Comme l'a mentionné un dirigeant, en ce qui concerne les coûts et les investissements, « c'est dirigé de haut en bas, alors si ce n'est pas brisé, pourquoi le réparer? » Il explique également comment les structures d'incitatifs peuvent renforcer cette hésitation, « pourquoi voudrais-je risquer de budgéter un million de dollars pour mettre en œuvre X, Y et Z, qui seraient déduits de mon résultat net et affecteraient donc ma prime, alors pourquoi ferais-je cela? »

Les solutions aux obstacles liés aux coûts qui empêchent certains fabricants canadiens d'adopter des technologies numériques de pointe pourraient inclure des pôles d'innovation partagés et la participation à des groupes d'utilisateurs technologiques. Cela leur permettrait de mieux comprendre les facteurs qui influencent les coûts technologiques et les possibilités économiques, ainsi que la collaboration avec les fournisseurs pour trouver des solutions d'investissement comme des programmes de partage d'équipements ou des options de location.

Obstacles culturels et organisationnels

L'hésitation à adopter les technologies numériques telles que l'IA et la robotique, ainsi que la méfiance envers les nouveaux outils numériques, persistent. Les employés s'inquiètent souvent non seulement de la manière dont les données seront stockées ou utilisées, mais ils craignent également que l'automatisation finisse par éliminer leur emploi. De plus, les entreprises doivent concilier les inquiétudes de la main-d'œuvre et les risques techniques liés à la cybersécurité, à la protection de la propriété intellectuelle et au respect des normes et réglementations en évolution.

Des projets pilotes d'adoption technologique et d'étalonnage de durée limitée avec des partenaires industriels, notamment des consultations avec des fournisseurs, qui ont déjà connu du succès dans le secteur de la transformation numérique peuvent aider les fabricants automobiles à accélérer leur parcours de transformation numérique, tout en évitant les pièges. L'élaboration d'une stratégie de gestion du changement et d'un plan de gestion des risques peut également aider à réduire les frictions organisationnelles lors de la transformation numérique.

Gestion des risques

Gérer les risques de la transformation numérique signifie prendre en compte les personnes et la culture, ainsi que les préoccupations stratégiques en plus des risques technologiques. Les entreprises ont souligné qu'il est essentiel que le RCI repose sur plus que les économies de coûts, par exemple sur la préparation, la flexibilité et la capacité de la main-d'œuvre, pour renforcer le niveau d'adhésion. Sans cela, même les initiatives d'adoption de technologies numériques bien financées risquent de stagner.

Risques technologiques et liés aux données

L'adoption de technologies de pointe comporte des risques de défaillances des systèmes, d'erreurs d'intégration ou d'interruptions. La robotique habilitée par l'IA, si elle n'est pas testée en profondeur, peut perturber la production. Certains chefs de file de la technologie manufacturière ont indiqué que les modèles d'IA qu'ils expérimentaient n'étaient pas encore assez fiables pour être introduits dans l'environnement principal de fabrication et restaient des projets expérimentaux pour le moment. De plus, des volumes sans précédent de données opérationnelles soulèvent des inquiétudes liées aux risques de cybersécurité. Les violations menacent la propriété intellectuelle, perturbent les opérations de production et brisent la confiance des clients, tout en risquant des temps d'arrêt coûteux.

Au-delà de ces problématiques, les fabricants soulignent également des défis liés à l'interopérabilité et à la transformation des données. Les différentes plateformes numériques ne sont pas toujours compatibles, ce qui rend difficile le transfert fluide des données entre les systèmes pour l'analytique, les jumeaux numériques et d'autres applications. Ces frictions peuvent ralentir la transformation numérique et compliquer l'intégration des technologies.

Risques liés à la main-d'œuvre

La crainte de perdre un emploi reste un obstacle majeur. Les employeurs doivent consacrer du temps à expliquer aux employés les avantages de la transformation numérique, en particulier en ce qui concerne l'IA et l'adoption de la robotique de pointe. Comme l'a expliqué un répondant à propos de l'adoption de l'IA, « elle n'élimine pas des emplois, elle facilite le travail du travailleur existant et l'aide à accomplir davantage son travail quotidien. » Pourtant, un autre répondant était d'avis que « la peur de ceux qui craignent que les robots prennent le dessus et nous remplacent peut nous envahir et freiner tout ce que vous tentez de faire. » Il est essentiel d'offrir des mises à niveau des compétences de la main-d'œuvre et d'encourager la collaboration des employés dès le début du parcours de transformation numérique d'un fabricant pour apaiser les préoccupations potentielles.

Risques liés aux fournisseurs

Le changement technologique rapide génère de l'incertitude et un certain degré de risque pour les fabricants. Comme l'a noté un participant, « vous allez mettre en place une technologie qui devrait bien fonctionner aujourd'hui, mais la technologie évolue si vite que des fournisseurs de technologies sont acquis par d'autres entreprises ou font faillite et les choses deviennent très rapidement obsolètes. » Ce défi est aggravé par la fiabilité des fournisseurs, et certains fabricants ont été échaudés après avoir investi dans la technologie par l'entremise de fournisseurs qui n'ont pas su fournir un soutien durable. Comme l'a expliqué un dirigeant d'entreprise, « nous leur avons fait confiance et nous avons découvert deux ou trois ans plus tard que leur technologie était obsolète. Ce n'est pas le genre de partenaire en qui nous pouvons avoir confiance, sur lequel nous pouvons compter pendant des décennies. »

Risques stratégiques et incertitude

La volatilité du marché accentue davantage l'hésitation, alors que les entreprises évaluent les risques liés à l'affectation des ressources dans un contexte d'incertitude en ce qui concerne la demande et les prix. Selon l'un des répondants, « les gens étaient sur le point d'acheter ou de s'engager dans des projets », pourtant ce répondant constate que l'industrie automobile est hantée par l'incertitude économique au Canada. « Je ne sais pas à quoi ressemblera la semaine prochaine, il y a beaucoup d'incertitude sur le marché. » Les tarifs douaniers, les changements de politique et la politique industrielle incertaine font en sorte qu'il est plus difficile pour les entreprises de s'engager, comme l'a noté un autre répondant qui affirme que « les entreprises se demandent si elles devraient vraiment être au Canada, et les investisseurs se demandent dans quoi investir. »

D'autres ont souligné la nécessité d'éviter les coûts irrécupérables de projets d'adoption de technologies numériques coûteuses en pleine période de perturbations dans le secteur canadien de la fabrication automobile. Comme l'a observé un dirigeant, « la dernière chose à faire est d'aller dépenser de l'argent pour quelque chose si l'entente signée est plus tard déchirée ». Il ajoute que même si une nouvelle technologie est adoptée avec succès sur une chaîne de production, si l'usine ferme ou doit être réaménagée en raison de changements des conditions du marché, le retour du capital investi peut être négatif.

Considérations liées à la gestion du changement organisationnel

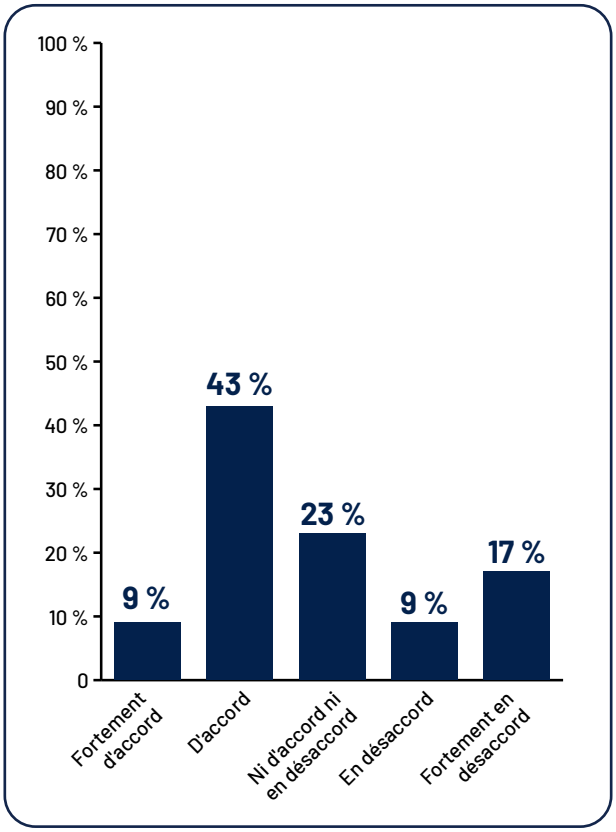
Pour de nombreuses entreprises, la partie la plus difficile n'est pas la technologie, mais la gestion des changements résultant de la transformation numérique dans l'ensemble d'une entreprise manufacturière. Les projets pilotes et prototypes contribuent à instaurer la confiance et à recueillir des données et expériences précieuses, tandis que la formation et une communication claire réduisent les craintes de la main-d'œuvre face à des technologies telles que l'IA et la robotique de pointe.

Ceux qui ont eu le plus de succès ont tendance à travailler de manière collaborative, en faisant appel à des fournisseurs technologiques spécialisés, en collaborant avec des fournisseurs et clients, et en développant des partenariats stratégiques avec des établissements postsecondaires, des associations industrielles et d'autres acteurs de l'écosystème tels que les accélérateurs technologiques et les incubateurs d'entreprises en démarrage. Même les plus grands FEO et fournisseurs de pièces de niveau 1 interrogés pour cette feuille de route ne réalisent pas eux-mêmes la transformation numérique.

Les entreprises les plus performantes prennent également en compte les facteurs humains et organisationnels, développant des cadres de retour du capital investi (RCI), ainsi que des stratégies de gestion du changement et des plans de développement et de formation de la main-d'œuvre pour soutenir leurs parcours de transformation numérique. En travaillant de manière structurée, mais collaborative pour la transformation numérique, les fabricants automobiles peuvent réduire les risques et l'incertitude lorsqu'ils adoptent des technologies numériques de pointe dans leurs opérations.

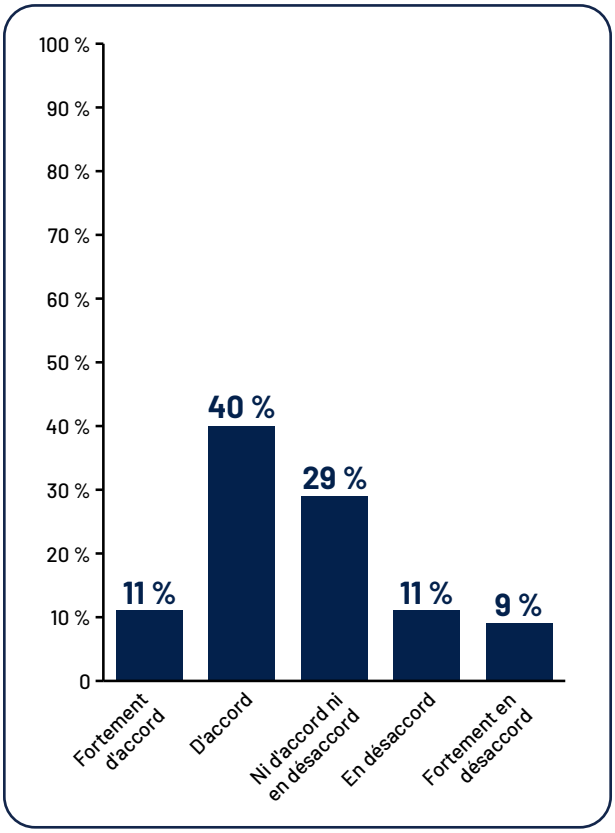
La moitié des fabricants automobiles interrogés dans le cadre de l'enquête du CTIC sur la transformation numérique auprès des fabricants canadiens ont déclaré s'engager à la fois dans la planification stratégique et la promotion de cultures de changement au sein de leurs organisations, 52 % d'entre eux déclarant avoir une stratégie globale d'adoption des technologies numériques et 51 % d'entre eux bénéficiant d'une culture du changement alignée sur la transformation numérique (figures 14 et 15).

Figure 14. En accord/désaccord – Mon organisation a une stratégie globale pour l'adoption des technologies numériques.



Source : Enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC, 2025.

Figure 15. En accord/désaccord – Il existe une forte culture du changement sur laquelle sont alignées la stratégie, les actions et la structure numériques dans l'ensemble de l'organisation.



Source : Enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC, 2025.

Horizon d’adoption des technologies numériques

Comme le démontre cette étude de cas, les complexités techniques et organisationnelles liées à l’adoption des technologies numériques et à la transformation numérique sont immenses, mais non insurmontables. Les fabricants automobiles devraient planifier l’adoption des technologies numériques sur un horizon de cinq ans. La figure 16 présente les horizons temporels d’adoption des technologies numériques pour la fabrication automobile.

Figure 16. Horizon d’adoption des technologies numériques

Phase d'adoption	Horizon temporel	Exemples illustratifs
I. Pilotes	Années 1-2	Déploiements initiaux de cellules cobot, adoption d'outils de planification de production par l’IA, de tableaux de bord en nuage, de projets pilotes de maintenance prédictive.
II. Mise à l'échelle	Années 3-5	Étendre les projets pilotes efficaces dans l’ensemble des lignes et usines de production, élargir les programmes de formation de la main-d'œuvre, accroître l'utilisation des capteurs IdO pour la surveillance en temps réel.
III. Intégration	Années 5+	Intégrer pleinement les écosystèmes numériques (p. ex., IA, IdO, informatique en nuage, jumeaux numériques), mettre en place des plateformes de données à l'échelle de l'entreprise, partager les données dans l’ensemble de la chaîne d'approvisionnement.

Note : cette chronologie reflète la manière dont les entreprises de l’étude de cas perçoivent leur propre préparation et leur rythme d’adoption. Les délais réels varient selon la taille de l’entreprise, les ressources et les conditions du marché.

Matrice des cas d'utilisation des technologies numériques dans la fabrication automobile

Les cas d'utilisation précisent la façon dont différentes technologies numériques peuvent être adoptées dans une opération de fabrication. La figure 17 présente une matrice décrivant cinq exemples de cas d'utilisation pour chacune des sept technologies numériques abordées dans cette feuille de route, ainsi que les bénéfices pouvant découler de chaque cas d'utilisation. Comme il existe probablement des dizaines de cas d'utilisation différents pour chacune de ces technologies numériques de pointe, ainsi que des cas d'utilisation spécifiques pour des types spécifiques d'opérations de fabrication automobile, les cas présentés sont destinés à être illustratifs, plutôt qu'exhaustifs.

Figure 17. Matrice des cas d'utilisation des technologies numériques – Fabrication automobile

Technologie	Exemple de cas d'utilisation	Bénéfice(s)
IA/AA	Maintenance prédictive	Réduire le risque de pannes non planifiées, diminuer les incidents de défaillances catastrophiques des équipements.
	Systèmes d'inspection par ordinateur et de détection de défauts activés par l'IA	Augmenter la rapidité et la précision des processus de détection des défauts.
	Tableau de bord de production en usine activé par l'IA	Ajouter des capacités prédictives au tableau de bord, automatiser la prise de décision de routine, automatiser la détection de variance/anomalie.
	Analyse de la qualité des soudures	Analyser les paramètres de soudure et identifier les causes de soudures de mauvaise qualité.
	Contrôle adaptatif de processus activé par l'IA	Améliorer la qualité, augmenter la production, réduire les temps d'arrêt, accroître l'efficacité énergétique, renforcer la flexibilité de la production.

Technologie	Exemple de cas d'utilisation	Bénéfice(s)
Analyse de mégadonnées	Optimisation des procédés/analyse des causes profondes	Augmenter la production, identifier les causes profondes des variations, améliorer la qualité, réduire les ferrailles et le temps de reprise d'un travail.
	Analyse de l'usure des outils	Analyser les outils de fabrication, tels que les outils de coupe CNC, pour détecter l'usure, prédire les besoins de remplacement.
	Tableaux de bord/surveillance du rendement des fournisseurs	Surveiller en temps réel le rendement des fournisseurs, prédire les variations de rendement des fournisseurs, prédire les pénuries des fournisseurs.
	Collecte de données de formation par l'IA/AA pour la future construction de modèles d'IA	Collecter de grands volumes de données réelles issues des opérations de production pour entraîner des modèles d'AA en vue de la mise en œuvre future de l'IA.
	Surveillance et analyse de la consommation d'énergie	Réduire la consommation/coûts d'énergie, aider à atteindre les objectifs de rendement ESG.
Informatique en nuage	Partage centralisé des données entre installations et sites de production	Partage fluide des données entre les installations et les sites de production, flux d'information plus efficace.
	Systèmes MES/ERP évolutifs en nuage	Augmenter la flexibilité des systèmes d'exécution de fabrication (MES) et de planification des ressources d'entreprise (ERP), réduire le risque de goulots d'étranglement dans l'infrastructure numérique ou les ressources informatiques, économies de coûts.
	Infrastructure numérique en nuage pour les applications de collaboration	Renforcer la collaboration entre la conception et l'ingénierie entre les unités commerciales et les sites de production.
	Hébergement des jumeaux numériques et itérations évolutives	Héberger les jumeaux numériques de produits, d'équipement, de chaîne de production ou d'installation dans un environnement en nuage.
	Traçabilité numérique en nuage	Accès amélioré aux enregistrements numériques et traçabilité des pièces produites.
Cybersécurité (TI/TO)	Informations sur la détection d'intrusion et la sécurité; gestion des événements (SIEM)	Détection, analyse et réponse en temps réel aux incidents pour l'ensemble des réseaux et applications.
	Essais d'intrusion et exercices avec équipe rouge	Tester la résistance des réseaux TI/TO critiques, identifier les vulnérabilités des réseaux et des procédés opérationnels.
	Normes et bonnes pratiques en cybersécurité (p. ex., ISO 27001)	Renforcer la gouvernance et la conformité en cybersécurité, réduire les risques cybernétiques, respecter les exigences des clients (p. ex., les FEO).
	Investigation numérique	Recueillir et collecter les données des réseaux TO/TI pour une investigation après un incident et aider les forces de l'ordre.
	Sauvegardes sécurisées et tests de reprise après sinistre	Réduire le risque de perte catastrophique de données, améliorer la résilience organisationnelle, renforcer la continuité des activités.

Technologie	Exemple de cas d'utilisation	Bénéfice(s)
Jumeaux numériques	Prototype/test virtuel de nouvelles pièces automobiles	Réduction des cycles de développement produit, réduction du temps de prototypage.
	Formation virtuelle des opérateurs d'équipements (VR/XR)	Réduction du temps de formation pour les nouvelles recrues, réduction du temps nécessaire pour former les travailleurs sur de vrais équipements.
	Conception et optimisation de la disposition des lignes de production/installations	Temps de réoutillage réduit, moins d'heures nécessaires aux professionnels qualifiés pour déplacer le matériel.
	Jumeaux numériques d'entrepôt et de flux de matériaux	Optimiser le flux des intrants de fournitures et de matières apportés de l'entrepôt à l'usine.
	Planification des scénarios de la chaîne d'approvisionnement	Renforcement de la résilience de la chaîne d'approvisionnement, réduction du risque de goulets d'étranglement.
Robotique et automatisation industrielle	Robots industriels dotés de vision artificielle pour la manutention des pièces et composants	Augmenter la précision de la sélection, réduire la fatigue des ouvriers, augmenter le débit des pièces.
	Robots quadrupèdes (c'est-à-dire « chiens robots ») pour l'inspection automatisée des installations/machines	Identifier les variations dans les conditions de l'usine/équipement, diminuer le risque de temps d'arrêt non planifié.
	Cellules de soudure robotisées	Réduire l'exposition des travailleurs aux fumées de soudure, réduire les étincelles, soudures plus uniformes, vitesses de soudure plus rapides.
	Piles robotiques de ponçage/polissage	Réduire l'exposition des travailleurs à la poussière et aux vibrations, améliorer la qualité, augmenter la production et la flexibilité des cellules.
	Robots mobiles autonomes (AMR) pour l'intralogistique des installations	Réduire les manipulations humaines requises pour les matériaux, surveillance en temps réel des flux de matériaux, flux agiles de matériaux.
Capteurs et IdO	Capteurs IdO pour la surveillance des vibrations et de la température des machines	Réduire les variations dans les opérations des machines, saisir et introduire les données dans les tableaux de bord opérationnels.
	Suivi des stocks de pièces par identification par radiofréquence (RFID)	Meilleure visibilité de l'inventaire des pièces, facturation automatisée des pièces finies expédiées.
	RFID pour le suivi des actifs et le géorepérage	L'utilisation d'étiquettes RFID pour suivre les actifs dans une opération de fabrication et le géorepérage des actifs pour créer des alertes si les actifs quittent la zone désignée.
	Capteurs IdO pour la surveillance de l'état des équipements et machines ainsi que pour la collecte de données en temps réel	Saisir des données pour l'analyse de mégadonnées, le développement de jumeaux numériques d'actifs et la formation en IA/AA.
	Capteurs IdO et appareils connectés pour les travailleurs pour la surveillance et la détection en temps réel des dangers	Renforcement de la sécurité des travailleurs, réduction des incidents de sécurité, réduction du temps de résolution des risques.

Cadre de mesure du RCI

Comme pour d'autres décisions d'entreprise, l'investissement dans la transformation numérique et l'adoption de nouvelles technologies numériques doit être évalué sous un angle financier, être conforme aux objectifs stratégiques tels que la réduction des coûts, la croissance des revenus, la gestion des risques et être en harmonie avec la stratégie d'entreprise de haut niveau (figure 18).

Figure 18. Objectifs stratégiques de la transformation numérique

I. Réduction des coûts	Tirer parti des technologies numériques de pointe et exécuter la transformation numérique pour réduire les coûts, tant d'un point de vue opérationnel, en augmentant l'efficacité des résultats, que d'un point de vue d'entreprise, en diminuant les frais généraux et les intrants.
II. Croissance des revenus	Tirer parti des technologies numériques de pointe et exécuter la transformation numérique pour soutenir la croissance des revenus, en élargissant l'accès au marché, en augmentant l'innovation en matière de procédés et de produits, et en améliorant la capacité de production par unité.
III. Gestion des risques	Tirer parti des technologies numériques de pointe et exécuter la transformation numérique pour mieux gérer les risques opérationnels, d'entreprise et de marché, notamment en réduisant les erreurs et en améliorant la qualité, en fidélisant les clients et en améliorant la sécurité au travail.
IV. Alignement stratégique	Tirer parti des technologies numériques de pointe et exécuter la transformation numérique dans la poursuite d'une vision d'entreprise à long terme et de la planification stratégique d'entreprise, notamment en ce qui concerne des facteurs tels que l'accès au marché, l'innovation, le développement de la main-d'œuvre, les ressources humaines et la rentabilité.

Figure 19. Intrants d'investissement dans la transformation numérique

Catégorie	Investissements/dépenses	Exemples
Technologies numériques et équipements	Robotique (cobots, humanoïdes/mobiles)	UR10, Link 6 Cobot, Boston Dynamics Spot
	IdO/capteurs	Capteurs, contrôleurs, étiquettes RFID, caméras à vision artificielle
Infrastructure numérique	Réseau et connectivité	Ethernet industriel, 4G/5G; spectre LNCL d'ISDE[6]
	Programme de cybersécurité (TI/TO)	Pare-feu, SIEM, protection des points de terminaison, essais d'intrusion
	Abonnements aux services en nuage	AWS, Microsoft Azure, Google Cloud
Licences de logiciels	Plateformes IdO/IIdO	GE Predix, SAP Digital Manufacturing Cloud
	Plateformes d'IA	Siemens MindSphere, IBM Watson, FactoryTalk
	Plateformes ERP en nuage/hybrides	NetSuite ERP, Odoo, Rootstock, Microsoft Dynamics
	Plateformes de cybersécurité (TI/TO)	Fortinet OT Security, Microsoft Defender
	Plateformes de jumeaux numériques	Nvidia Omniverse, Siemens Xcelerator
Ressources humaines et développement de la main-d'œuvre	Formation/développement de la main-d'œuvre	Formation des employés, mentorat/ encadrement technique
	Recrutement de talents numériques	Recrutement sur campus, participation aux programmes coopératifs
	Gestion du changement	Communications internes, consultants
	Gestion des RH	Négociations syndicales, changement des descriptions de poste

Note : les applications logicielles et les plateformes matérielles mentionnées dans ce tableau sont des exemples illustratifs et ne doivent pas être interprétés comme des appuis ni comme des recommandations aux fins d'approvisionnement.

Les investissements requis incluront des coûts de base tels que les nouvelles technologies et les nouveaux équipements, l'infrastructure numérique sous-jacente, les licences logicielles, ainsi que les coûts indirects, tels que la formation et le développement de la main-d'œuvre, la gestion du changement et les questions de RH (figure 19).

La figure 20 présente un cadre de retour du capital investi (RCI) pour l'adoption des technologies numériques dans une entreprise manufacturière. Ce cadre de RCI est classé en différentes catégories de bénéfices, notamment l'efficacité opérationnelle, la productivité de la main-d'œuvre et du capital, l'accès au marché, l'innovation, la santé et la sécurité, et les facteurs ESG (environnementaux, sociaux et de gouvernance), et est recoupé par les objectifs stratégiques de transformation numérique évoqués ci-dessus.

Les calculs détaillés du RCI seront propres à chaque fabricant, y compris les combinaisons spécifiques de technologies numériques et leurs cas d'utilisation connexes, le cadre RCI présenté étant destiné à aider les fabricants à naviguer dans les évaluations du RCI et le développement d'analyses de rentabilité. Comme la matrice des cas d'utilisation, le cadre RCI est destiné à être illustratif plutôt qu'exhaustif.

6 Innovation, Sciences et Développement économique Canada (gouvernement du Canada), « Licences non concurrentielles locales (LNCL) », dernière mise à jour le 19 février 2026, https://ised-isde.canada.ca/site/gestion-spectre-telecommunications/fr/licences-certificats/licences-non-concurrentielles-locales-ncl.

Figure 20. Cadre RCI d'adoption des technologies numériques de pointe

	Bénéfices	Indicateurs de RCI	Alignement des objectifs			
Types de bénéfices	Bénéfices potentiels	Exemples de mesures	Réduire les coûts	Accroître les revenus	Gérer les risques	Alignement stratégique
Gains opérationnels	Production accrue	% d'augmentation des produits finis par heure		X		X
	Respect de la planification	% de diminution des variations de planification	X		X	
	Réduction du gaspillage de matériaux	% de réduction des déchets matériels	X			
	Réduction des erreurs	% de réduction du taux d'erreur	X		X	
Productivité de la main-d'œuvre	Automatisation des tâches	Nbre d'heures de travail économisées	X			
	Redéploiement de la main-d'œuvre	% du rôle révisé pour des tâches de plus grande valeur	X	X		X
	Renforcement de l'engagement des employés	% d'augmentation de l'engagement des employés				
	Réduction de l'absentéisme	% de diminution des heures d'absence	X		X	
Productivité du capital	Utilisation des équipements	% d'augmentation de l'utilisation des équipements	X			
	Flexibilité de la chaîne de production	% de réduction du temps de réaménagement de la ligne	X			X
	Réduction des temps d'arrêt des équipements	% de réduction du temps d'arrêt des équipements	X			
	Efficacité de l'investissement en capital	% d'augmentation du BAIIDA par dollar d'immobilisations corporelles (PP&E)	X			X
Accès au marché	Nouveaux clients FEO	Nbre de nouveaux contacts		X		X
	Développement commercial efficace	% du taux de soumissions victorieuses pour les nouveaux contacts	X	X		
	Fidélisation des clients	% des clients existants conservés	X	X	X	X
	Liens avec les capacités numériques	% des appels d'offres nécessitant des capacités numériques		X		X
Innovation	Temps réduit d'itération des produits	% de réduction du temps nécessaire pour itérer la conception	X	X		X
	Projets pilotes numériques lancés	Nbre de nouveaux projets pilotes d'adoption des technologies numériques			X	X
	Temps de développement du prototype	% de réduction du temps de développement de prototypes	X			X
	Réduction du temps de mise en marché	Nbre de semaines de mise en marché réduites	X	X		
Santé et sécurité	Réduction des incidents de temps perdu	% de réduction des incidents de temps perdu	X		X	
	Réduction des blessures dues à la contrainte répétitive	% de réduction des blessures dues à la contrainte répétitive	X		X	
	Maladies liées aux particules fines	% de réduction des maladies liées aux particules fines	X		X	
	Primes réduites pour accidents du travail	% de réduction des primes pour accidents du travail	X		X	
Mesures ESG	Empreinte carbone réduite	% de réduction de l'empreinte carbone	X		X	X
	Amélioration de l'efficacité énergétique	% de réduction de la consommation d'électricité de l'usine	X		X	X
	Apports de matériaux réduits	% de réduction de l'apport de matériau par pièce	X		X	X
	Réduction de la consommation d'eau	% de réduction de l'utilisation d'eau de l'usine	X		X	X

Liste de contrôle de la gestion du changement

L'adoption des technologies numériques dans les opérations de fabrication existantes nécessite une planification attentive de la gestion du changement. En investissant du temps et des ressources dans une stratégie de gestion du changement en soutien à la transformation numérique, il est possible de multiplier par sept les chances qu'un projet atteigne ses objectifs, tout en produisant un RCI de 3:1 à 7:1, selon le livre blanc de 2025 de Culture Partner[7]. De même, l'engagement précoce dans la gestion du changement peut augmenter le RCI du projet de 40 à 60 %[8].

Les plans de gestion du changement soutenant les initiatives d'adoption des technologies numériques doivent inclure un commanditaire du projet, définir les rôles et responsabilités, identifier un champion pour diriger le changement, inclure la planification des communications internes et externes, ainsi qu'un plan de formation du personnel. Les plans doivent également inclure des boucles de rétroaction préétablies, telles que des portails de commentaires, des enquêtes et des séances de discussion ouverte pour le personnel.

Enfin, ils devraient inclure des échéanciers et des objectifs mesurables assurant le suivi des progrès, des dispositions célébrant les réussites obtenues, ainsi que des options assurant l'expansion des projets pilotes efficaces à des projets de transformation numérique plus vastes. La figure 21 ci-dessous présente une liste de contrôle de la gestion du changement à utiliser dans les initiatives d'adoption des technologies numériques.

Figure 21. Liste de contrôle de la gestion du changement dans l'adoption des technologies numériques

I. Phase préalable à la mise en oeuvre :

- Assurer l'engagement des dirigeants et établir une vision claire de la transformation numérique.
- Réaliser une évaluation complète des compétences et définir les besoins de formation.
- Mettre en place une équipe de projet dédiée avec des représentants de tous les départements concernés.
- Élaborer un plan de communication en tenant compte des préoccupations et des bénéfices pour toutes les parties prenantes.
- Définir les indicateurs de réussite et établir des mesures de référence pour le suivi du RCI.

II. Phase de mise en oeuvre :

- Exécuter des projets pilotes sur la technologie avec une portée réduite et gérable avant le déploiement complet.
- Offrir de la formation pratique à tous les utilisateurs, avec une attention particulière aux employés de production.
- Mettre en place des mécanismes de rétroaction et des suivis réguliers avec l'équipe de mise en œuvre.
- Traiter la résistance de manière proactive par l'engagement et la communication transparente.
- Documenter les leçons apprises et ajuster l'approche en fonction des résultats des projets pilotes.

III. Phase postérieure à la mise en oeuvre :

- Mesurer les résultats selon des indicateurs de réussite établis et un cadre de RCI.
- Mesurer les résultats par rapport aux mesures de réussite établies et le cadre de RCI.
- Célébrer les premières victoires obtenues et reconnaître les contributions de l'équipe pour créer de l'élan.
- Établir des processus d'amélioration continue pour une optimisation continue.
- Planifier la mise à l'échelle des mises en œuvre réussies dans d'autres installations ou procédés.
- Mettre à jour les programmes de formation en fonction de l'expérience réelle et de la rétroaction des utilisateurs.

7 Culture Partners, « Change Management ROI: Measuring Financial Returns and Business Impact », 10 juin 2025, https://culturepartners.com/insights/change-management-roi-measuring-financial-returns-and-business-impact/.

8 Culture Partners, « Change Management ROI: Measuring Financial Returns and Business Impact », 10 juin 2025, https://culturepartners.com/insights/change-management-roi-measuring-financial-returns-and-business-impact/.

Points de contrôle des phases de la transformation numérique

Lors de la transformation numérique des entreprises manufacturières, on peut soutenir le plan de gestion du changement en structurant le changement à l'aide de points de contrôle pour les phases, lesquels sont adaptés à l'échéancier de transformation numérique décrit précédemment dans ce document.

Par exemple, si un fournisseur de pièces de niveau 2/3 souhaite installer des capteurs IdO sur une cellule de soudure automatisée existante, le point de contrôle 1 peut vérifier si les équipements de soudure existants sont compatibles avec les nouveaux capteurs et si la connectivité dans cette zone de l'usine dispose de la connectivité nécessaire pour que les capteurs envoient les données vers une base de données en nuage.

Le point de contrôle 2 servirait à vérifier si les nouveaux capteurs IdO peuvent saisir correctement les données sur une période de temps et si ces données peuvent fournir à la direction des informations sur l'état de la cellule de soudure. Une fois le point de contrôle 2 vérifié, les fabricants devraient valider financièrement le projet pilote afin de mesurer le RCI et le respect des objectifs stratégiques (c'est-à-dire la réduction des coûts, la croissance du chiffre d'affaires, la gestion des risques et l'alignement stratégique à long terme). La validation financière intermédiaire aide les entreprises à réduire le risque de chuter en raison de coûts irrécupérables

Le point de contrôle 3 inclurait la formation des opérateurs de cellules de soudure, tandis que le point de contrôle 4 inclurait l'expansion de l'initiative d'adoption technologique et l'ajout de capteurs IdO à toutes les opérations de soudure.

La figure 22 présente une approche progressive de points de contrôle de phases pour la transformation numérique dans la fabrication, incluant des exemples

Figure 22. Points de contrôle des phases de la transformation numérique

Technologies numériques	Point de contrôle 1 - Contrôle de la préparation technique	Point de contrôle 2 – Projet pilote validé	Étape de validation financière intermédiaire	Point de contrôle 3 - Main-d'œuvre formée	Point de contrôle 4 - Intégration approuvée
IA/AA	Identifier le cas d'utilisation (p. ex., maintenance prédictive).	Projet pilote de modèle d'IA sur une seule chaîne de production	Mesures prédéfinies du RCI liées aux objectifs stratégiques	Former les ingénieurs à interpréter les extrants.	Déploiement dans les installations
Analyse de mégadonnées	Veiller à mettre en place une infrastructure de saisie de données.	Projets pilotes de tableaux de bord pour l'analyse des causes profondes	Mesures prédéfinies du RCI liées aux objectifs stratégiques	Former les analystes et opérateurs.	Évoluer vers la prise de décision au niveau de l'entreprise.
Informatique en nuage	Évaluer les solutions/options en nuage des fournisseurs.	Projet pilote de MES/ERP en nuage en version d'essai	Mesures prédéfinies du RCI liées aux objectifs stratégiques	Donner de la formation aux responsables des TI et d'usine sur le nouveau système.	Migrer complètement les flux de travail vers les systèmes MES/ERP en nuage.
Cybersécurité (TI/TO)	Évaluation de la sécurité de base	Projet pilote de système de détection d'intrusion	Mesures prédéfinies du RCI liées aux objectifs stratégiques	Donner de la formation au personnel sur les protocoles cybernétiques.	Certifier la conformité à l'échelle de l'entreprise.
Jumeaux numériques	Développer un jumeau numérique pour une seule machine.	Valider le jumeau par rapport au rendement réel.	Mesures prédéfinies du RCI liées aux objectifs stratégiques	Donner de la formation aux opérateurs à l'aide de simulations.	Passer aux jumeaux numériques de lignes ou d'installations.
Capteurs / IdO	Installer des capteurs sur une cellule de soudure.	Valider l'amélioration des extrants / des économies de temps d'arrêt.	Mesures prédéfinies du RCI liées aux objectifs stratégiques	Donner de la formation aux opérateurs sur l'utilisation des tableaux de bord de soudure.	Expansion sur la ligne de soudure
Robotique	Évaluer la préparation des cobots pour une tâche simple.	Projet pilote de ponçage/polissage robotisé	Mesures prédéfinies du RCI liées aux objectifs stratégiques	Donner de la formation aux opérateurs sur la sécurité et le travail en collaboration.	Intégrer la robotique à plusieurs lignes.

Gestion des risques

Comme pour toute nouvelle initiative, le risque et l'incertitude font partie intégrante du changement et doivent être pris en compte dans les plans d'un projet. La figure 23 ci-dessous fournit un exemple de registre des risques. De tels outils peuvent être utilisés pour documenter et spécifier les risques liés à l'adoption des technologies et à la transformation numérique.

Figure 23. Exemple de registre des risques pour la transformation numérique dans le secteur canadien de la fabrication automobile

Catégorie de risque	Risque spécifique	Impact	Probabilité	Stratégies d'atténuation possibles
Technique	Échecs de l'intégration	Majeur	Moyenne	Pilotes/essais, partenariats avec les fournisseurs
	Vulnérabilités de cybersécurité	Majeur	Moyenne	Cadre de sécurité, audits, réponse
	Compatibilité avec systèmes existants	Moyen	Élevée	Évaluation, intergiciel, migration
Financier	Dépassements de coûts	Majeur	Moyenne	Mise en œuvre par phases, indicateurs de RCI
	RCI négatif	Moyen	Moyenne	Suivi des indicateurs de RCI
Ressources humaines	Lacunes en compétences numériques	Majeur	Élevée	Formation, recrutement axé sur les compétences numériques
	Résistance de la main-d'œuvre	Moyen	Moyenne	Contribution des employés
Opérationnel	Interruptions de production	Majeur	Moyenne	Opérations parallèles, temps d'arrêt programmé
	Perturbations de la chaîne d'approvisionnement	Majeur	Élevée	Approvisionnement multirégion, accumulation de stocks
Risque lié aux fournisseurs	Problèmes de fiabilité des fournisseurs technologiques	Moyen	Moyenne	Fournisseurs multiples, ANS, plans de secours
	Mise sous-clef d'un fournisseur	Majeur	Moyenne	Normes ouvertes, portabilité, stratégie de sortie
Marché et risque externe	Changements réglementaires/politiques	Moyen	Moyenne	Surveillance, conformité flexible
	Pression concurrentielle	Majeur	Moyenne	Surveillance du marché, stratégie agile
	Vol de propriété intellectuelle/ cyberattaque/violation de données	Majeur	Moyenne	Cybersécurité, protection de la PI, essais d'intrusion

Scénarios déclencheurs de gestion des risques

Outre la liste des risques visant à soutenir la transformation numérique de l'entreprise, des scénarios déclencheurs peuvent être utilisés comme outils de gestion des risques. Les scénarios déclencheurs sont des indications qu'un risque est en cours ou qu'il existe une probabilité accrue que ce risque survienne. La figure 24 ci-dessous présente des scénarios déclencheurs illustratifs avec des indicateurs d'alerte précoce et des actions suggérées, et il explique aux PME comment déterminer si un risque augmente et comment prendre des mesures rapides pour atténuer ce risque.

Figure 24. Exemples de scénarios déclencheurs dans la fabrication automobile

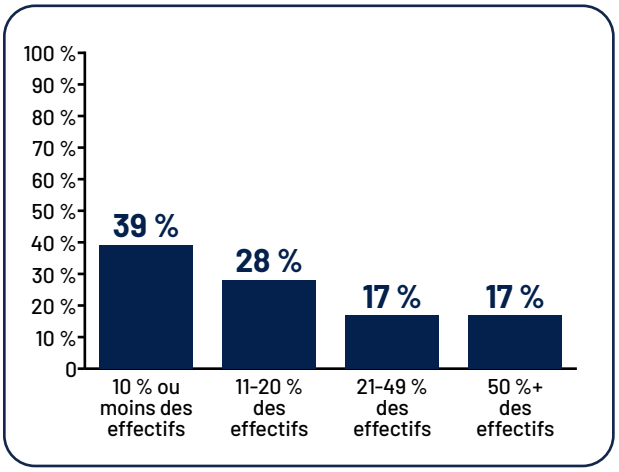
Scénario déclencheur	Indicateur d'alerte précoce	Actions potentielles
I. Un FEO introduit une nouvelle exigence de conformité en cybersécurité.	Mises à jour des clauses de TI/ cybersécurité dans les demandes de qualifications ou les contrats avec les fournisseurs.	Examiner les politiques informatiques/ cybersécurité; engager un fournisseur de services gérés pour évaluer les lacunes.
II. Un fournisseur clé montre des signes de détresse financière.	Livraisons en retard, baisse de qualité, rétrogradation de la note de crédit.	Identifier des fournisseurs de remplacement; construire des stocks tampons; effectuer une planification d'urgence.
III. Le roulement de personnel augmente dans les métiers qualifiés.	Augmentation de la dépendance aux heures supplémentaires, entretiens de départ invoquant l'insatisfaction au travail.	Mettre en place des mesures de rétention; accélérer la formation croisée; ajuster les plans d'embauche.
IV. Baisse de la fiabilité des équipements.	Augmentation des temps d'arrêt imprévus ou appels de maintenance répétés.	Lancer un projet pilote de maintenance prédictive; prioriser le calendrier de remplacement de l'investissement en capital.
V. La demande des clients évolue soudainement.	Baisse des commandes fermes ou des demandes de nouvelles configurations de produits.	Réévaluer le plan de production; explorer l'utilisation de jumeaux numériques de produits; augmenter l'utilisation de l'automatisation flexible.

Talents, développement de la main-d'œuvre et formation

Il est essentiel de développer une main-d'œuvre manufacturière qualifiée sur le plan numérique pour réaliser pleinement le potentiel de la transformation numérique dans le secteur automobile canadien. Il existe un besoin urgent d'accroître la proportion de la main-d'œuvre qui sert de moteur à la transformation numérique dans la fabrication automobile. L'enquête du CTIC de 2025 sur l'adoption des technologies numériques dans le secteur canadien de la fabrication a révélé que la grande majorité des fabricants automobiles consacrait 20 % ou moins de leurs effectifs à la transformation numérique (figure 25).

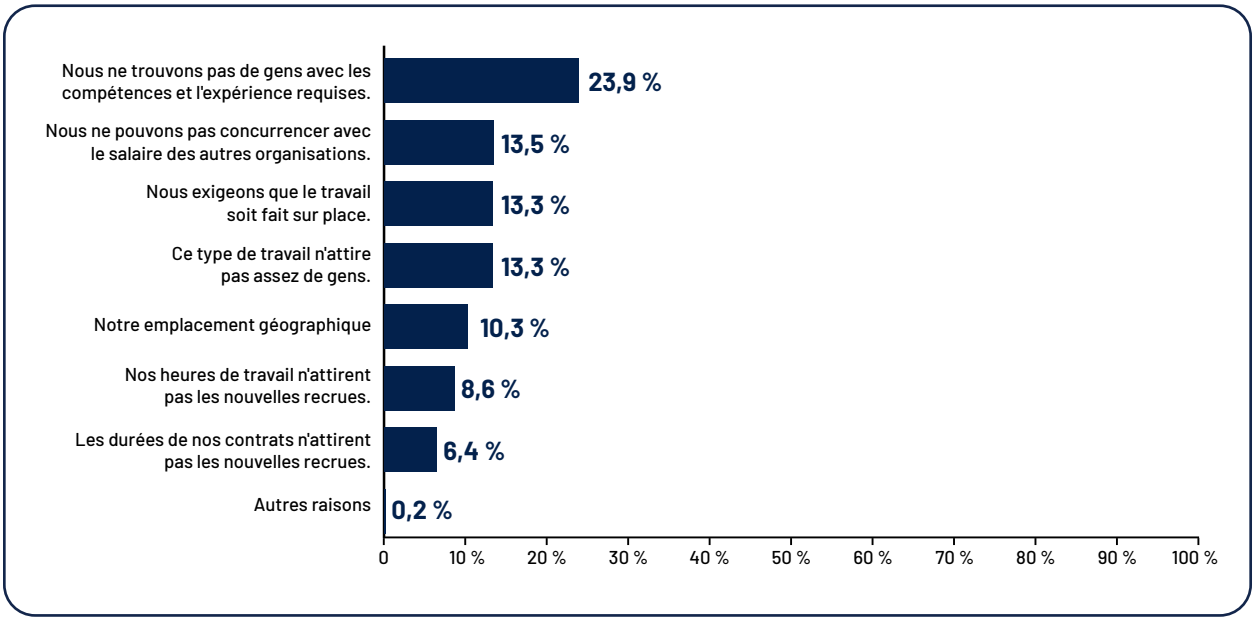
La concurrence est immense pour le recrutement de talents numériques dans des secteurs adjacents à la fabrication — tels que les infrastructures, l'énergie, les ressources naturelles et la technologie. En effet, le recrutement de travailleurs technologiques possédant la combinaison requise de compétences et d'expérience était le principal défi de recrutement rencontré par les employeurs à travers le Canada, selon l'enquête auprès des employeurs sur l'économie numérique de 2024 du CTIC (figure 26)[9].

Figure 25. Main-d'œuvre dédiée à la transformation numérique chez les fabricants automobiles canadiens (2025)



Source : Enquête canadienne sur l'adoption des technologies numériques de fabrication du CTIC, 2025.

Figure 26. Défis des employeurs canadiens pour le recrutement d'employés technologiques au cours des 12 derniers mois



Source : Enquête auprès des employeurs sur l'économie numérique de 2024 du CTIC.

9 Maryna Ivus, Todd Legere, Christopher Lindstrom, Sheldon Lopez et Faun Rice, « Pouls de l'économie numérique : tendances en matière de productivité et d'emploi au Canada, Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC), 2025, https://ictc-ctic.ca/fr/rapports/pouls-de-leconomie-numerique-tendances-en-matiere-de-productivite-et-emploi-au-canada, 22, figure 9.

En plus de recruter et de retenir des talents numériques qualifiés pour stimuler l'adoption numérique dans le secteur canadien de la fabrication automobile, il existe d'importantes possibilités d'investissement dans des programmes de perfectionnement et de rééducation professionnels pour la main-d'œuvre existante du secteur automobile.

Les fabricants adoptant les technologies numériques dans leurs opérations dans le cadre d'une transformation numérique doivent veiller à ce que leurs effectifs disposent des compétences numériques essentielles de base. Cela inclut les compétences numériques en fabrication de pointe indiquées à la figure 27.

Figure 27. Compétences numériques de base pour la fabrication de pointe

Interaction robotique de pointe	Sécurité et productivité en interagissant avec la robotique de pointe dans des environnements de fabrication, y compris les interactions avec les cobots, les robots mobiles autonomes et les robots humanoïdes.
Notions fondamentales en IA et AA	Comprendre les capacités et les limites des systèmes des systèmes d'IA/AA ainsi que la manière dont les systèmes autonomes sont adoptés dans les applications de fabrication de pointe.
Applications de l'informatique en nuage	Travailler avec des systèmes de fabrication et d'entreprise en nuage comme les applications MES et ERP.
Notions fondamentales en cybersécurité	Connaissance de base de la sécurité des TI/TO dans les environnements de fabrication.
Exploitation des jumeaux numériques	Gestion et interprétation des représentations virtuelles de systèmes physiques.
Analyse et interprétation des données	Comprendre comment collecter, sélectionner, analyser et agir pour ce qui est des grands volumes de données opérationnelles.

Surtout, les fabricants automobiles engagés dans la transformation numérique doivent instaurer une culture d'apprentissage continu au sein de leurs équipes grâce à des stratégies organisationnelles réfléchies et à l'adoption de modèles de formation innovants pour favoriser les talents numériques[10]. L'apprentissage doit être structuré de manière concrète qui favorise le développement des connaissances pratiques et des compétences numériques. Les figures 28 et 29 présentent les stratégies organisationnelles et les modèles de formation qui favorisent les talents numériques en fabrication automobile.

10 Le Conference Board du Canada, « Bâtir une main-d'œuvre dotée de compétences numériques : réflexions des employeurs et des leaders en matière de compétences au Canada », Le Conference Board du Canada et le Centre des compétences futures, mars 2022, https://fsc-ccf.ca/fr/recherche/building-a-digitally-skilled-workforce/.

Figure 28. Stratégies organisationnelles favorisant les compétences numériques en fabrication de pointe

Intégrer les compétences numériques aux rôles existants	Intégrer des compétences numériques aux postes existants plutôt que de créer des postes numériques distincts.
Fournir de la reconnaissance et des incitatifs	Des systèmes de reconnaissance et d'incitatifs qui récompensent le développement des compétences numériques et le partage des connaissances.
Développer des capacités de formation à l'interne pour les compétences numériques	Investir dans des formations à l'interne pour réduire la dépendance aux fournisseurs externes.
Inclure la main-d'œuvre dans les projets pilotes	Établir une combinaison d'employés multifonctionnels dans toute l'entreprise manufacturière pour lancer des projets pilotes d'adoption technologique, et documenter les apprentissages.
Établir des partenariats de développement des talents numériques	Partenariats avec des établissements postsecondaires, des fournisseurs de technologies et d'autres acteurs de l'écosystème pour le développement continu des compétences.

Figure 29. Modèles de formation favorisant les compétences numériques en fabrication de pointe

Mentorat intergénérationnel	Associer des employés ayant des qualifications numériques à des ouvriers manufacturiers expérimentés.
Apprentissage basé sur la simulation	Utiliser des environnements de jumeaux numériques, associés à la VR/XR, pour des expériences de formation sûres et réalistes.
Modules de micro-apprentissage	Séances de formation courtes et ciblées qui s'adaptent aux horaires de travail et de production.
Formation soutenue par les fournisseurs	Tirer parti de l'expertise des fournisseurs technologiques afin d'offrir une formation spécifique aux systèmes.
Micro-accréditations	Programmes éducatifs courts, axés sur les compétences et flexibles, souvent offerts en ligne.

Développement de partenariats stratégiques

Les fabricants automobiles canadiens n'ont pas à entreprendre seuls leur parcours de transformation numérique. En effet, il existe de nombreuses organisations extérieures dans l'industrie manufacturière et le secteur public avec lesquelles les fabricants automobiles peuvent développer des partenariats stratégiques. Cela inclut des associations industrielles ainsi que d'autres acteurs de l'écosystème, tels que les groupes de travail industriels, des initiatives de formation dirigées par l'industrie et les incubateurs technologiques. Les établissements postsecondaires peuvent également être mis à profit pour offrir de la formation à la main-d'œuvre, un vivier de nouveaux talents, à l'aide d'initiatives d'apprentissage intégré au travail (AIT), comme les programmes coopératifs, le recrutement sur les campus, ainsi que les activités de recherche appliquée conjointes.

De même, les relations et obligations préexistantes avec les parties prenantes comme les clients, fournisseurs et fournisseurs de technologies doivent être prises en compte lors de la transformation numérique. La figure 30 ci-dessous présente les principaux secteurs de partenariats stratégiques et de gestion des parties prenantes, qui doivent être pris en compte lors de la transformation numérique.

Figure 30. Secteurs de partenariats stratégiques

Clients	Vendeurs et fournisseurs	Associations industrielles et groupes d'écosystèmes	Établissements postsecondaires
› Programmes de co-investissement et de partage des coûts pour la transformation numérique › Plateformes numériques ouvertes et normes de données interopérables › Protocoles conjoints de cybersécurité et d'information › Programmes pilotes conjoints de transformation numérique	› Programmes de co-investissement et de partage des coûts pour la transformation numérique › Plateformes numériques ouvertes et normes de données interopérables › Programme de formation et de mentorat/ d'encadrement technique des fournisseurs › Protocoles conjoints de cybersécurité et d'information	› Groupes de travail industriels (p. ex., groupe de travail conjoint sur la transformation numérique) › Programmes d'incubateurs technologiques/de démarrage › Initiatives de formation et de développement de la main-d'œuvre menées par l'industrie › Initiatives sectorielles en affaires publiques et relations gouvernementales	› Formation de la main-d'œuvre et développement des talents › Programmes AIT (p. ex., stages, stages coopératifs) › Recrutement sur les campus (p. ex., salons de l'emploi, soirées professionnelles) › Recherche conjointe industrielle-universitaire › Conseils consultatifs sur les programmes d'études industrielles

Partage d'informations et de données pour les partenariats stratégiques dans la fabrication automobile

En plus des principaux secteurs de partenariat mentionnés ci-dessus, les fabricants automobiles doivent être prêts à développer conjointement des cadres et accords de partenariat prédéfinis dès le départ entre les nouveaux partenaires. La compréhension commune entre les partenaires des objectifs, de la portée et des délais du partenariat est essentielle pour favoriser la réussite des partenariats. Les fabricants automobiles doivent également comprendre les types de données potentiellement sensibles et non personnelles, comme les données de production, les données financières et les données de la chaîne d'approvisionnement qu'ils devront peut-être partager avec les partenaires (figure 31).

Figure 31. Informations sur les partenariats stratégiques et considérations liées au partage des données

Alignement stratégique

- Objectifs, portée et échéancier du partenariat
- Analyse de rentabilité et attentes liées au rendement du capital investi (p. ex., indicateurs financiers/de rendement)
- Modèle de gouvernance et processus décisionnels (p. ex., titulaires de la propriété intellectuelle, résolution des litiges)
- Cadres de partage des connaissances (p. ex., accords de publication, ateliers conjoints, groupes d'utilisateurs, démonstrateurs technologiques, projets pilotes)

Exigences techniques en matière de données

- Systèmes et procédés de fabrication (p. ex., systèmes d'entreprise et systèmes de contrôle (MES/ERP), inventaire de machines/équipements)
- Connectivité des installations (p. ex., 5G, Ethernet)
- Partage de données non personnelles (p. ex., données sur la production, les produits et la conception, et données sur la qualité, les finances, la sécurité et les incidents, la chaîne d'approvisionnement)
- Normes d'interopérabilité et formats de données
- Normes de cybersécurité/protection des données

Exigences de sécurité, de réglementation et de conformité

- Normes de qualité
- Normes de santé et sécurité
- Normes environnementales/ESG
- Accords de propriété intellectuelle et de confidentialité

Adoption des technologies numériques : un appel à l'action

Le secteur canadien de la fabrication automobile bénéficiera grandement de l'adoption croissante des technologies numériques dans l'ensemble de l'industrie manufacturière. Au fil des décennies, le secteur canadien de la fabrication automobile a été à l'avant-garde de l'adoption des technologies, notamment avec des densités robotiques relativement élevées, et il devrait poursuivre cette tradition en accélérant l'adoption et l'utilisation efficaces des technologies numériques de pointe.

Au cours des cinq à dix prochaines années, les technologies numériques émergentes comme la robotique de pointe, l'IA, l'IdO et les jumeaux numériques offriront de grandes possibilités, mais les infrastructures numériques doivent être continuellement mises à jour, et la main-d'œuvre de la fabrication automobile doit être continuellement formée et perfectionnée pour que l'on puisse tirer le meilleur parti des technologies numériques innovantes dans les usines. Les PME canadiennes de pièces automobiles de niveau 2/3 devraient s'efforcer de mettre en place des piles d'infrastructure numérique fondamentales, incluant des technologies telles qu'une infrastructure ERP en nuage et un programme de cybersécurité informatique de TI et de TO de base.

De même, pour tirer le meilleur parti de la transformation numérique, les entreprises manufacturières doivent comprendre et évaluer rigoureusement les possibilités offertes par les technologies numériques innovantes, les intégrer à leurs plans d'affaires et leurs stratégies d'entreprise à long terme, élaborer des analyses de rentabilité, mesurer le retour du capital investi, évaluer les risques, gérer le changement organisationnel et cartographier les parties prenantes et partenaires stratégiques.

Mesures à prendre

Évaluation	Cartographier les procédés actuels et les capacités technologiques, et définir les lacunes numériques.
Projet pilote	Commencer par un petit projet (p. ex., un cobot, la maintenance prédictive ou un outil de planification de production basé sur l'IA).
Formation	Encourager la contribution du personnel dès le départ, former des champions du changement numérique sur le terrain, recruter des talents en technologies numériques.
Partenariats	Collaborer avec des fournisseurs, des établissements postsecondaires, des associations industrielles et des groupes d'écosystèmes, ainsi que des clients pour acquérir de l'expertise et partager les ressources.
Mise à l'échelle	Étendre les projets pilotes éprouvés à d'autres lignes, usines ou familles de produits.
Intégration	Déployer les initiatives d'adoption technologique mises à l'échelle en une pile technologique cohérente pour stimuler la rentabilité, l'économie de coûts et la productivité.
Itération	Répéter le cycle d'adoption des technologies à mesure que de nouvelles technologies émergent et que les marchés évoluent.

Méthodes de recherche

Cette feuille de route pour le secteur canadien de la fabrication automobile repose sur des méthodes de recherche mixtes comprenant une enquête sectorielle auprès des fabricants de pointe canadiens, une série d'entretiens avec des répondants clés, une table ronde industrielle et une analyse complète de la documentation.

Le CTIC a mené une enquête sectorielle auprès des fabricants canadiens (n = 133) entre juin et juillet 2025, à laquelle ont répondu 35 entreprises du secteur canadien de la fabrication automobile, y compris des FEO et des fournisseurs de pièces des différents niveaux. Compte tenu de la grande diversité des types d'entreprises actives dans la fabrication d'automobiles et de pièces automobiles et de la taille relativement petite de l'échantillon, les données de l'enquête pourraient ne pas refléter pleinement la situation de l'ensemble des fabricants automobiles canadiens. Le CTIC a également mené 11 entretiens semi-structurés avec des répondants clés avec comprenant des cadres supérieurs, des dirigeants techniques et d'autres experts du secteur canadien de la fabrication automobile. Le CTIC a également organisé une table ronde sectorielle sur la fabrication automobile avec des chefs de file du secteur en novembre 2025.

Avant de procéder à la collecte de données primaires, le CTIC a mené une analyse complète de la documentation sur la transformation numérique, les cas d'utilisation des technologies numériques dans la fabrication et l'état actuel de la fabrication de pointe au Canada. Les informations recueillies lors de l'analyse documentaire ont permis d'éclairer les questions posées aux participants à la recherche dans le cadre de l'enquête sectorielle, des entretiens avec les répondants clés et des groupes de discussion, ainsi que de concevoir le document final de la feuille de route.