

L'intelligence artificielle dans le secteur manufacturier : evolution de la technologie et des emplois

MARS 2024





À propos du programme Parés pour le future

Le programme Parés pour le futur est un programme de 19 millions de dollars financé en partie par le Programme de solutions pour la main-d'œuvre sectorielle d'Emploi et Développement social Canada pour aider les entreprises à intégrer de nouveaux travailleurs diversifiés au secteur manufacturier canadien. Cette initiative aidera également les fabricants canadiens à définir leurs lacunes critiques en matière de compétences afin de soutenir la rentabilité et la croissance futures de leur organisation grâce au très réputé Programme de leadership en matière de transformation de NGen. Grâce à ces approches, le programme vise à fournir des solutions axées sur la demande pour le secteur manufacturier, l'un des secteurs les plus durement touchés par la pandémie et un élément clé de la reprise de l'économie canadienne.

Ce projet est financé en partie par le Programme de solutions pour la main-d'œuvre sectorielle du gouvernement du Canada.

Canada 



Table des matières

Introduction	Error! Bookmark not defined.
L'IA dans l'industrie manufacturière : avancées et applications	6
Applications de l'IA dans l'industrie manufacturière	7
Robotique	7
Apprentissage automatique	7
Analyse prédictive.....	7
Vision par ordinateur.....	8
Optimisation de la chaîne d'approvisionnement.....	8
Conception et essais	8
Amélioration de l'efficacité.....	9
Impact de l'IA sur la main-d'œuvre et les compétences du secteur manufacturier	10
Observations et répercussions pour l'intégration de l'IA dans le secteur manufacturier canadien	15
Amélioration de l'efficacité opérationnelle et de la qualité des produits	15
Répercussions sur la main-d'œuvre et déplacement d'emplois.....	15
Compétences requises	15
Fossé numérique et répercussions sociales	16
Autres considérations stratégiques pour le secteur manufacturier canadien	16
Compétences transférables	17
Rôle et contributions de NGen	19
Remarques finales	20
Références	21



Introduction

Au cours des dernières années, les progrès rapides dans le domaine de l'intelligence artificielle (IA) ont ouvert la voie à des innovations importantes dans divers secteurs et industries, transformant et révolutionnant les opérations, améliorant l'efficacité et créant de nouvelles opportunités de croissance et de développement. L'industrie manufacturière fait partie des secteurs qui connaissent des changements substantiels grâce à l'IA. Dans le secteur de la fabrication, l'IA a non seulement permis la rationalisation des opérations, mais a également mis en place un nouveau niveau de précision, de flexibilité et d'efficacité. Combinée à d'autres avancées de pointe dans les technologies de fabrication, l'IA ouvre la voie à l'industrie 4.0, ce qui laisse présager la transformation de la production industrielle.

Au Canada, l'industrie manufacturière revêt une grande importance économique, car elle contribue de façon substantielle au PIB, aux exportations et à l'emploi. En tant que secteur reconnu pour ses activités diversifiées et robustes, le secteur manufacturier canadien peut grandement bénéficier de l'adoption de ces avancées axées sur l'IA. L'adoption et la mise en œuvre de l'IA dans le secteur manufacturier permettent non seulement d'améliorer la qualité et la précision des produits fabriqués au Canada, mais aussi de réduire les coûts et d'améliorer la productivité, la compétitivité et la durabilité environnementale du secteur¹. Cependant, le processus d'intégration de l'IA

aux activités de fabrication du Canada comporte plusieurs exigences et défis clés, notamment l'investissement dans la recherche, le développement et l'adoption de l'IA, le perfectionnement de la main-d'œuvre pour qu'elle puisse s'adapter aux nouvelles mises à niveau technologiques et l'établissement de partenariats entre les entreprises technologiques et les fabricants. Plus important encore, à mesure que le secteur se rapproche de l'adoption de l'IA, il devient très important de comprendre les répercussions de l'IA sur les emplois dans le secteur manufacturier, en particulier en ce qui concerne l'emploi et les compétences.

Dans un rapport récemment préparé dans le cadre du projet Parés pour le futur, on a déterminé que plusieurs technologies de l'industrie 4.0 perturbent les tâches manufacturières². L'IA, qui est au cœur des technologies de l'industrie 4.0, a le potentiel d'automatiser des tâches routinières et même complexes. Bien que la mise en œuvre de l'IA puisse éliminer les tâches répétitives, exigeantes et, dans certains cas, complexes, et créer des rôles qui nécessitent des niveaux élevés de compétences, elle pose également le risque de déplacer ou de modifier certains rôles de fabrication. Cela peut influencer sur les niveaux d'emploi dans certains rôles manufacturiers traditionnels du secteur.

Le présent rapport explore l'impact multidimensionnel de l'IA sur les emplois et les compétences dans le secteur



manufacturier, en tirant des enseignements de rapports et d'études de cas qui peuvent servir de base à l'analyse d'impact et à la planification de la main-d'œuvre dans le secteur manufacturier canadien. En examinant les expériences des entreprises et des usines de fabrication sur l'adoption de l'IA dans le secteur manufacturier, ce rapport vise à faire la lumière sur les répercussions et les changements qui façonnent la dynamique de la main-d'œuvre, les exigences en matière de compétences et les modèles d'emploi dans le secteur.

Grâce à une analyse des rapports et des études de cas, le rapport examine l'évolution des technologies d'IA dans le secteur manufacturier. La première partie présente un aperçu des technologies d'IA couramment déployées dans la fabrication de produits, notamment la robotique, l'apprentissage automatique, l'analyse prédictive et la vision par ordinateur. L'impact de l'IA sur les emplois manufacturiers est ensuite exploré. En s'appuyant sur les résultats de rapports, sur l'actualité et sur des exemples d'études de cas, cette partie détermine comment l'adoption de l'IA redéfinit certains rôles et

tâches de fabrication traditionnels, des travailleurs des chaînes de montage aux opérateurs de machines, en passant par les ingénieurs et les gestionnaires. Le rapport aborde également les opportunités et les défis pour la main-d'œuvre découlant de l'intégration de l'IA au secteur manufacturier, notamment le déplacement d'emplois, l'inadéquation des compétences et la mise en œuvre nécessaire d'initiatives de requalification et d'amélioration des compétences de la main-d'œuvre. Enfin, le rapport décrit les répercussions de l'IA pour le soutien d'une transition en douceur vers un avenir manufacturier basé sur l'IA dans le secteur manufacturier canadien, en mettant l'accent sur des questions telles que le développement de la main-d'œuvre, l'éducation et les politiques du marché du travail. Dans l'ensemble, le rapport vise à fournir des renseignements complets grâce auxquels nous pouvons comprendre l'impact de l'IA sur les emplois manufacturiers au Canada, et il offre des informations précieuses aux décideurs, aux chefs de file de l'industrie et aux intervenants responsables de l'adoption et de l'intégration de l'IA.



L'IA dans l'industrie manufacturière : avancées et applications

L'IA est le produit des récentes avancées technologiques dans de multiples secteurs et domaines, notamment l'informatique, l'analyse de données, l'ingénierie et d'autres domaines connexes. L'IA constitue la création de modèles logiciels et de machines capables d'effectuer des tâches qui nécessitent généralement l'intelligence humaine. Ces tâches comprennent l'apprentissage des expériences passées, la résolution de problèmes complexes et la prise de décisions basées sur des données ou des informations incomplètes ou évolutives³. La capacité de l'IA à gérer et à traiter de grands volumes de données à des vitesses bien au-delà des capacités humaines la rend plus efficace pour déterminer les modèles de données et les informations qui éclairent les processus de prise de décision.

Cependant, malgré ses capacités, l'IA a encore des lacunes et des limites. L'une des principales limites demeure le risque d'erreur ou de biais au sein des systèmes d'IA, un risque qui peut résulter de l'utilisation d'informations ou d'ensembles de données incorrects ou incomplets dans le cadre de la formation. Ces erreurs peuvent conduire à des jugements ou décisions erronés de la part de l'IA, en particulier lorsque les processus sont automatisés sans intervention ni examen humain. Les algorithmes d'IA peuvent également être complexes et faire en sorte qu'il est difficile

pour les humains de comprendre comment certaines décisions ou conclusions ont été prises, ce qui complique donc leur déploiement et leur utilisation dans certains contextes.

Dans le contexte de la fabrication, le déploiement de l'IA offre de multiples applications et avantages, ce qui permet l'amélioration de l'efficacité des processus et de la qualité des produits, tout en contribuant à l'innovation globale dans le secteur. L'IA repose sur l'utilisation des algorithmes pour définir les problèmes et prévoir les défaillances de l'équipement avant qu'elles ne se produisent, pour permettre aux systèmes robotiques de s'adapter et de répondre aux changements de leur environnement, et pour améliorer les technologies de vision par ordinateur qui inspectent les produits à la recherche de défauts et qui améliorent les procédés au fur et à mesure. Ces applications et avantages sont expliqués en détail dans la partie suivante du présent rapport. L'intégration de l'IA aux procédés et équipements de fabrication représente également une étape vers la mise en place de systèmes de l'industrie 4.0 dans les environnements de conception, de développement et de production. Parallèlement à d'autres avancées et technologies dans la fabrication, des améliorations significatives peuvent être apportées à la qualité et à l'efficacité.



Applications de l'IA dans l'industrie manufacturière

Grâce aux avancées significatives récemment réalisées par l'IA et d'autres technologies de fabrication, l'IA a considérablement progressé au cours des dernières années. La partie ci-dessous présente un aperçu de la façon dont l'IA et d'autres technologies connexes sont couramment déployées dans le secteur manufacturier, notamment la robotique, l'apprentissage automatique, l'analyse prédictive et la vision par ordinateur. Cette partie fournit également un aperçu de certaines applications et certains avantages de l'IA dans le secteur de la fabrication.

Robotique

Les robots et les bras robotiques sont un élément de base de l'industrie manufacturière depuis des décennies. Les progrès récents de l'IA et son intégration aux technologies robotiques ont amélioré leurs capacités. La robotique comprenait un large éventail d'applications et était considérée très efficace et précise, mais l'IA a permis à la robotique d'effectuer des tâches plus rapidement, d'améliorer la précision de ces tâches et d'apprendre des informations recueillies par les capteurs. Grâce à l'intégration des technologies d'IA, ces robots peuvent mieux s'adapter aux environnements dynamiques et optimiser les procédés de production en temps réel.

Les progrès des technologies robotiques ont également permis le développement de robots collaboratifs, ou cobots, qui peuvent travailler aux côtés des travailleurs humains

de manière sûre et efficace. Les cobots sont équipés de capteurs et d'algorithmes d'IA qui leur permettent de détecter les changements dans leur environnement et d'y réagir, ce qui permet la collaboration au sein même de l'usine⁴.

Apprentissage automatique

L'apprentissage automatique, une application de l'IA, permet aux machines d'apprendre à partir de données et d'améliorer leurs performances au fil du temps sans programmation explicite. Dans le secteur de la fabrication, l'apprentissage automatique est utilisé pour optimiser divers procédés, tels que la planification de la production, le contrôle de la qualité et la maintenance prédictive³.

Par exemple, les algorithmes d'apprentissage automatique peuvent analyser les données de production historiques pour définir les modèles et les tendances, ce qui aide les fabricants à optimiser les calendriers de production et à minimiser les temps d'arrêt. De même, l'apprentissage automatique peut être appliqué aux procédés de contrôle de la qualité pour détecter les défauts et les anomalies en temps réel, ce qui garantit la qualité des produits et réduit le gaspillage.

Analyse prédictive

L'analyse prédictive repose sur l'utilisation de techniques statistiques et d'algorithmes d'IA pour l'analyse de données historiques et en temps réel. Il est ensuite possible de faire des



prédictions relativement à des événements ou des résultats futurs. Dans le secteur manufacturier, l'analyse prédictive est utilisée pour prévoir la demande, optimiser les niveaux de stock et anticiper les défaillances d'équipement⁵.

En analysant les données des capteurs et des équipements, l'analyse prédictive peut déterminer les modèles de données qui indiquent des défaillances potentielles de l'équipement, ce qui permet aux fabricants de planifier la maintenance de manière proactive et d'éviter les temps d'arrêt non planifiés. De plus, l'analyse prédictive peut aider les fabricants à anticiper les changements en ce qui concerne les préférences et la demande des clients, et à ajuster les calendriers de production en conséquence, ce qui réduit les coûts d'inventaire et améliore la satisfaction des clients.

Vision par ordinateur

Les technologies de vision par ordinateur permettent aux machines et à l'IA d'interpréter et d'analyser des informations visuelles à partir d'images ou de vidéos. Dans le secteur de la fabrication, la vision par ordinateur est utilisée pour une variété d'applications, notamment le contrôle de la qualité, la reconnaissance d'objets et le guidage robotique⁶.

Les algorithmes de vision par ordinateur peuvent analyser les images des produits pour détecter les défauts ou les écarts par rapport aux normes de qualité, ce qui permet aux fabricants de définir et de résoudre les problèmes dès le début du procédé de production. De plus, la vision par ordinateur peut être utilisée pour guider les robots et les

systèmes automatisés dans l'exécution de tâches telles que le ramassage et le placement d'objets sur les chaînes de montage, ce qui améliore l'efficacité et la précision.

Optimisation de la chaîne d'approvisionnement

L'une des applications de l'IA est l'optimisation de la chaîne d'approvisionnement. Les systèmes et modèles alimentés par l'IA peuvent, par exemple, révolutionner la façon dont les fabricants prévoient la demande, en permettant l'établissement de prévisions plus précises qui éclairent la gestion des stocks et la logistique. Cette application de l'IA garantit que la planification de la production est à la fois efficace et réactive, ce qui réduit considérablement le gaspillage puisque la production est adaptée aux besoins réels du marché. Par conséquent, les fabricants peuvent réduire leurs opérations, en minimisant les stocks excédentaires et en optimisant la chaîne d'approvisionnement du début à la fin⁷.

Conception et essais

Dans le domaine de la conception et du prototypage dans la fabrication, les applications d'IA révolutionnent la façon dont les produits sont conçus et développés. Grâce à l'utilisation d'outils d'IA, le processus de conception est non seulement accéléré, mais également amélioré grâce à la possibilité pour l'IA de suggérer des améliorations, d'exécuter des simulations et de tester virtuellement des prototypes. Il en résulte une réduction significative du temps nécessaire à la mise en marché des innovations et des produits, ainsi qu'une



diminution des coûts de développement. En permettant un examen plus efficace des solutions de remplacement en matière de conception et des itérations plus rapides, l'IA facilite un cycle de vie de développement de produits plus agile et innovant.

Amélioration de l'efficacité

L'un des principaux avantages de l'IA dans le secteur de la fabrication est sa capacité à améliorer l'efficacité tout au long du procédé de production. En automatisant les tâches répétitives, en optimisant l'allocation des ressources et en rationalisant les flux de

travail, les technologies d'IA permettent aux fabricants d'atteindre des niveaux plus élevés de productivité et de rentabilité^{8,9} Par exemple, les systèmes de maintenance prédictive alimentés par l'IA peuvent réduire les temps d'arrêt et les coûts de maintenance en déterminant les défaillances des équipements avant qu'elles ne se produisent, tandis que les algorithmes de planification et d'optimisation de la production basés sur l'IA peuvent minimiser le gaspillage et maximiser l'utilisation des ressources.



Impact de l'IA sur la main-d'œuvre et les compétences du secteur manufacturier

L'adoption de systèmes d'IA dans le secteur manufacturier a des répercussions multidimensionnelles sur le marché du travail du secteur, ainsi que sur les compétences requises dans le secteur manufacturier.

L'intégration de l'IA à l'industrie manufacturière obligera le secteur à contracter ou à embaucher des travailleurs dans des rôles plus spécialisés sur le plan technologique et qui ont des niveaux plus élevés de littératie et de compétence numériques. Les travailleurs ayant une formation, des compétences et de l'expérience dans des domaines tels que l'analyse de données, l'informatique, la programmation, la robotique et d'autres domaines peuvent être essentiels à l'intégration, à l'exploitation et à la maintenance de systèmes avancés liés à l'IA. Il est également essentiel d'investir dans la formation des travailleurs et des nouveaux arrivants sur le marché du travail pour que les fabricants puissent tirer pleinement parti des avantages de ces progrès et rester compétitifs à l'échelle régionale et mondiale.

On s'attend également à ce que l'adoption de l'IA dans l'industrie manufacturière pose des défis liés à la main-d'œuvre, en particulier en ce qui concerne l'élimination des tâches et le déplacement des emplois¹⁰. Les tâches répétitives et routinières étant partiellement ou entièrement automatisées, certains métiers de la fabrication risquent de devenir

obsolètes. L'IA a également le potentiel d'automatiser des tâches complexes et non routinières. Les changements ou l'élimination de tâches dans le secteur de la fabrication en raison des technologies et de l'automatisation axées sur l'IA soulèvent des inquiétudes quant aux pertes d'emplois potentielles et soulignent la nécessité pour les travailleurs de se perfectionner et, dans certains cas, de passer à d'autres rôles dans le secteur de la fabrication.

Ci-dessous, nous analysons cinq cas de déploiement et d'intégration de l'IA dans un environnement de fabrication, en mettant l'accent sur les impacts et les effets sur les opérations, la dynamique de la main-d'œuvre et les exigences en matière de compétences. Ces cas portent sur diverses applications, allant de l'amélioration de l'efficacité et de la sécurité de la production à l'amélioration des procédés de développement et de fabrication de produits. Cette analyse met en lumière les facteurs essentiels à l'intégration réussie de l'IA aux environnements de fabrication, notamment l'importance de l'amélioration des compétences, l'impact sur les rôles professionnels et la prise en compte des disparités liées à l'âge et aux compétences chez les travailleurs.

1. SOFT ROBOTICS ET NVIDIA

Un partenariat entre Soft Robotics et NVIDIA a permis la mise au point d'un moyen efficace et innovant de manipuler des articles dans la



transformation d'aliments tels que la volaille¹¹. Combinant les progrès des technologies de la vision par ordinateur, de la robotique et de l'IA, un système a été créé pour que chacun des morceaux de poulet d'un lot de morceaux puisse être identifié et ramassé avec précision, une tâche qui posait des défis importants lorsqu'elle était exécutée manuellement par les travailleurs en raison des formes incohérentes et de la nature glissante des morceaux de poulet. Cette technique basée sur l'IA démontre les capacités complexes de l'IA et, par conséquent, a permis l'amélioration de l'efficacité de la production et la sécurisation de la manipulation des produits.

En ce qui concerne la dynamique des emplois et des rôles dans une capacité en particulier, cet exemple illustre que l'intégration de l'IA et des technologies d'automatisation, en particulier dans les industries de la transformation alimentaire telles que l'emballage de la viande, est non seulement un moyen d'améliorer l'efficacité opérationnelle, mais aussi un moyen de remédier aux pénuries de main-d'œuvre. L'industrie de l'emballage de la viande, qui dépend fortement de la main-d'œuvre pour des tâches telles que la manipulation du poulet, est confrontée à d'importants défis en matière de main-d'œuvre et de recrutement. C'est également le cas dans de nombreux autres secteurs et industries similaires, en particulier ceux qui présentent des risques importants de blessures et de problèmes de santé. Cette pénurie incite les producteurs à automatiser la production selon Soft Robotics, qui indique aussi que « la manipulation du poulet cru est un travail mieux adapté à un robot ».

2. INVISIBLE AI ET FOURNISSEURS AUTOMOBILES

Invisible AI, une entreprise qui développe des solutions d'IA pour le secteur manufacturier, a mis en œuvre des solutions pour aider les fabricants à optimiser leurs chaînes de production ainsi que leur productivité et leur efficacité globales¹². En combinant des données visuelles provenant de l'atelier de production, ainsi que des données et des signaux provenant d'autres capteurs et machines, leur système d'IA contribue à ce que l'attention de l'équipe de production soit dirigée là où elle est nécessaire et à ce que les opérations soient rationalisées.

Lorsque leur solution d'IA a été déployée chez un fournisseur automobile de niveau 2, leur système a été capable d'aider le constructeur à réaliser des améliorations significatives et à doubler le débit de la chaîne de production en tirant parti de l'IA pour déterminer et corriger les inefficacités. Dans ce cas, l'IA est plus efficace que les capacités humaines pour analyser et recommander des moyens d'améliorer le flux de travail. Les responsables de la production, les superviseurs et les opérateurs de première ligne utilisent le système d'Invisible AI pour déterminer les problèmes de production en temps réel.

Dans le cadre d'une autre application mise en place chez un équipementier automobile, les informations d'IA du système d'Invisible AI ont été utilisées pour rationaliser les opérations. En analysant et en consolidant certaines opérations, l'équipementier a pu augmenter l'efficacité de la production de 5 %. Cela lui a permis de réaffecter 20 % de la



main-d'œuvre à des domaines de production plus critiques.

3. THYSSENKRUPP BILSTEIN ET UNIVERSAL ROBOTS

Une usine de Thyssenkrupp Bilstein à Hamilton, dans l'Ohio, a intégré neuf cobots d'Universal Robots à ses opérations afin d'améliorer la fabrication de suspensions automobiles de haute technologie¹³. Le groupe Industrie 4.0 de l'usine a étudié les différents cas d'utilisation et applications potentielles de ces cobots dans l'atelier de production, qui, au lieu d'effectuer une tâche précise, sont capables de s'adapter et d'apprendre diverses tâches dans le cadre de leurs capacités d'IA d'apprentissage automatique. Pour l'usine de Thyssenkrupp Bilstein, les neuf cobots peuvent être affectés à diverses tâches en fonction des besoins immédiats de l'organisation. Ces cobots sont conçus pour collaborer avec les humains, ce qui améliore considérablement l'efficacité et la sécurité des personnes dans des rôles tels que l'entretien des machines et l'inspection des produits.

Selon Thyssenkrupp Bilstein, les opérateurs de machines de l'usine ont participé à l'établissement des possibilités d'automatisation collaborative dans l'atelier de production. Grâce au déploiement de cobots basés sur l'IA, l'entreprise vise à améliorer l'efficacité, à développer ses activités et à éliminer les problèmes ergonomiques répétitifs pour les travailleurs. En fait, l'une des opératrices de machines de l'usine indique que le déploiement des cobots lui a facilité la tâche et a contribué à une meilleure fluidité de la production. Plusieurs de ses douleurs liées à l'exécution

physique de certaines tâches ont été soulagées depuis qu'elle travaille aux côtés de cobots. Tout ce qu'elle a à faire est de charger certains composants dans la machinerie et de laisser le cobot faire le reste. Des observations et des constatations similaires ont été formulées dans le rapport sur l'innovation technologique et la diversité de la main-d'œuvre dans le secteur de la fabrication de pointe du programme Parés pour le futur, où il a été noté que les cobots et les robots permettent aux personnes ayant des limitations physiques et des handicaps et aux travailleurs âgés de continuer à participer et à contribuer au secteur¹⁴.

Selon Thyssenkrupp Bilstein, l'équipe d'ingénierie et d'industrie 4.0 qui a développé les applications de cobots n'avait aucune expérience préalable en robotique. Une certaine formation a été nécessaire pour mettre l'équipe à niveau sur la construction de certaines applications et le développement de l'interface des machines. En ce qui concerne les opérateurs de machines, l'utilisation des cobots et l'interaction avec eux peuvent se faire à l'aide d'une interface intuitive sur une tablette.

Pour Thyssenkrupp Bilstein, il aurait été difficile de tripler l'envergure de ses activités d'origine sans l'utilisation de cobots, en particulier dans les conditions tendues du marché du travail actuel. L'entreprise a été en mesure de conserver ses travailleurs existants, et aucun emploi n'a été perdu à la suite du déploiement des cobots.

4. ROLLS-ROYCE ET LA TECHNOLOGIE DU Jumeau Numérique

Rolls-Royce est un exemple d'entreprise qui utilise des solutions basées sur l'IA pour



développer des jumeaux numériques perfectionnés de ses produits et composants¹⁵. Cette approche consiste à créer une réplique virtuelle des moteurs physiques, ce qui permet à l'entreprise de simuler, d'analyser et d'optimiser les performances des moteurs dans diverses conditions sans avoir besoin de développer plusieurs prototypes physiques ou des variantes pour les essais. Rolls-Royce peut également prévoir les besoins de maintenance des produits en simulant les conditions dans lesquelles leurs produits sont utilisés, ce qui réduit considérablement les temps d'arrêt et améliore l'efficacité opérationnelle. Ce type d'informations est crucial dans l'industrie aérospatiale, où la précision et le calendrier de la maintenance sont essentiels pour la sécurité et l'efficacité.

En termes de répercussions sur la main-d'œuvre, l'impact de la mise en œuvre d'une solution basée sur l'IA par Rolls-Royce comporte de multiples aspects. Pour les ingénieurs, l'utilisation de la technologie du jumeau numérique nécessite l'utilisation d'outils logiciels et d'analyses avancés, ce qui nécessite des compétences en conception assistée par ordinateur, en dynamique des fluides numérique, en simulations numériques et en modélisation prédictive. Cela ne change pas fondamentalement la façon dont les ingénieurs développent des composants et des produits, mais cela améliore la précision et l'efficacité tout en réduisant les coûts et le temps de développement. Un autre impact concerne les préposés à l'entretien des aéronefs qui peuvent utiliser les connaissances et les informations en matière de prévention de Rolls-Royce et remplacer

les pièces et les composants avant qu'ils ne deviennent problématiques.

Par conséquent, l'utilisation de l'IA et de la technologie des jumeaux numériques dans ce domaine de l'industrie aérospatiale ne déplace pas d'emplois, mais améliore plutôt la façon dont des tâches telles que le développement, la fabrication et la maintenance des produits sont effectués. Bien que cette avancée technologique ait ouvert de nouvelles voies à l'innovation et à l'efficacité, l'apport et la contribution humaine restent essentiels aux opérations.

5. AUTRES CAS D'UTILISATION DE L'IA DANS L'INDUSTRIE MANUFACTURIERE

Dans un cas de déploiement de l'IA mis en évidence dans un rapport de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) sur l'impact de l'IA en milieu de travail, un fabricant allemand d'appareils électroménagers a mis en œuvre un système d'IA conçu pour améliorer l'efficacité et l'efficacité de ses opérations sur les chaînes de montage¹⁶. Cette technologie d'IA a été développée pour évaluer les données de la chaîne de montage dans le but de détecter les anomalies et de fournir des informations sur leurs causes. En collectant automatiquement les données à partir de différentes stations le long de la chaîne de production et en les rendant accessibles via la technologie infonuagique, le système a permis au fabricant d'améliorer considérablement la vitesse et la précision de la détection et du diagnostic des problèmes par rapport aux méthodes précédentes. Avant la mise en place de ce système d'IA, les travailleurs de la maintenance s'appuyaient



sur l'analyse manuelle des données dans Excel ou effectuaient des inspections physiques de la chaîne de production pour déterminer les problèmes. Avec la mise en place du nouveau système, les logiciels de visualisation des données et la notification automatique des anomalies sont devenus essentiels à la surveillance et à la maintenance des chaînes de production, ce qui permet l'adoption d'une approche davantage axée sur les données. Le fabricant a ainsi pu obtenir des prédictions et des informations, ce qui dépassait auparavant les capacités des travailleurs. Comme l'a noté le responsable de la mise en œuvre, l'IA leur permet de maîtriser des problèmes dont ils seraient autrement complètement à la merci. Il précise que ce sont tous les problèmes pour lesquels il possède d'immenses ensembles de données que les humains ne peuvent pas analyser entièrement.

Dans ce cas précis, l'intégration de l'IA dans l'industrie manufacturière nécessite de nouvelles compétences, ce qui touche notamment les experts en planification de la production. Ces derniers doivent avoir une bonne compréhension de l'IA, de la science

des données et de l'utilisation des logiciels. Selon le rapport, les travailleurs âgés ont trouvé cette transition difficile en raison de leur attitude à l'égard de l'IA et de leur réticence à apprendre de nouvelles technologies. L'un des travailleurs a noté que la résistance des travailleurs âgés était attribuable à une méconnaissance de la technologie, suggérant qu'une formation ciblée aurait pu les aider. Bien que la formation puisse faciliter la transition, d'importantes lacunes en matière de compétences en technologies de l'information et des communications (TIC) ont conduit les travailleurs âgés à être réaffectés à d'autres tâches et remplacés par des employés plus jeunes et férus de technologie dans des tâches liées à la technologie. Ce cas reflète l'impact de l'IA; ce ne sont pas tous les travailleurs qui peuvent facilement s'adapter sans formation. Il met également en évidence la vulnérabilité particulière des travailleurs peu qualifiés aux exigences de l'IA en matière de compréhension des données et de la technologie.



Observations et répercussions pour l'intégration de l'IA dans le secteur manufacturier canadien

En s'appuyant sur les études de cas portant sur l'intégration de l'IA à l'industrie manufacturière, plusieurs thèmes clés émergent, chacun mettant en évidence le potentiel de l'IA, ainsi que les défis et les possibilités que ce potentiel pose pour la main-d'œuvre, l'efficacité opérationnelle et l'ensemble du paysage économique. Ces observations peuvent être particulièrement instructives et utiles pour les fabricants canadiens, d'autant plus que le secteur tente d'adopter et d'intégrer l'IA. Les observations peuvent également aider les fabricants à comprendre les répercussions potentielles de l'IA sur la main-d'œuvre manufacturière du Canada et ses compétences.

Amélioration de l'efficacité opérationnelle et de la qualité des produits

Dans tous les cas, une observation cohérente peut être faite : l'intégration de l'IA améliore de façon significative l'efficacité opérationnelle et la qualité des produits. Les exemples présentés ci-dessus reflètent une tendance plus large selon laquelle les technologies de l'IA, notamment l'apprentissage automatique, la vision par ordinateur et la robotique, automatisent non seulement les tâches, mais permettent également l'adoption de procédés de fabrication plus agiles et réactifs.

Répercussions sur la main-d'œuvre et déplacement d'emplois

Il ressort clairement des cinq cas de déploiement et d'intégration de l'IA présentés dans le présent rapport que l'IA a conduit à une réorganisation des emplois plutôt qu'à des déplacements. Une observation similaire a été faite par l'OCDE dans son rapport, qui indique que si l'automatisation peut rendre certaines tâches obsolètes, elle donne également lieu à de nouveaux rôles au sein desquels les humains ont un avantage comparatif et peuvent apporter des contributions uniques. Cette réorganisation déplace certaines préoccupations au-delà de la perception de la perte d'emplois vers une compréhension plus perfectionnée de la transformation de l'emploi. L'IA peut également influencer un large éventail de rôles, des travailleurs des chaînes de montage aux opérateurs de machines, en passant par les ingénieurs et les gestionnaires. Dans de nombreux cas, l'utilisation de l'IA suggère une évolution vers des tâches et des rôles à plus forte valeur ajoutée que l'IA et la robotique ne peuvent pas accomplir.

Compétences requises

Un aspect essentiel révélé par ces études de cas est la nature évolutive des besoins en main-d'œuvre dans un paysage manufacturier amélioré par l'IA. La transition



vers des opérations plus axées sur les données et technologiquement perfectionnées nécessite une main-d'œuvre non seulement compétente sur le plan technique, mais aussi capable de s'adapter aux nouveaux outils et nouvelles méthodologies. Cela souligne l'importance des initiatives d'amélioration des compétences et de requalification requises pour préparer les travailleurs à l'avenir de l'IA dans l'industrie manufacturière.

Fossé numérique et répercussions sociales

Le déploiement de l'IA dans l'industrie manufacturière soulève également des considérations éthiques et peut entraîner des répercussions sociales, notamment en ce qui concerne le déplacement de la main-d'œuvre et le fossé numérique qui en découlent. Bien que les aspects éthiques et sociaux dépassent le cadre du présent rapport, il convient de noter que, comme on l'a observé dans plusieurs cas, l'IA et les technologies basées sur l'IA peuvent susciter des inquiétudes quant à la perte d'emplois et à la marginalisation des travailleurs qui n'ont pas la formation ou les compétences suffisantes. Ce problème est encore aggravé par les défis liés à l'amélioration des compétences et à l'intégration des travailleurs plus âgés et moins férus de technologie à un environnement de travail technologiquement avancé.

Autres considérations stratégiques pour le secteur manufacturier canadien

Alors que le secteur manufacturier canadien s'approche de l'adoption de l'IA, plusieurs autres considérations stratégiques émergent. Compte tenu de son engagement à l'égard de la durabilité environnementale, l'IA a le potentiel de révolutionner les pratiques de fabrication écologiques. Les fabricants canadiens ont l'occasion d'être des chefs de file en matière de production durable en utilisant l'IA pour optimiser la consommation d'énergie, réduire le gaspillage et améliorer l'efficacité des matériaux.

De plus, pour que le Canada puisse tirer parti du potentiel de l'IA, il doit favoriser des écosystèmes d'innovation réunissant des fabricants, des fournisseurs de technologies, des établissements d'enseignement et des organismes gouvernementaux. De tels écosystèmes peuvent accélérer les efforts de recherche et développement en matière d'IA adaptés aux besoins de fabrication, piloter des applications innovantes de l'IA pour la production et faciliter l'échange des connaissances. Une attention particulière pourrait être accordée aux petites et moyennes entreprises (PME) dans leur transformation numérique, ainsi qu'aux industries dans lesquelles le Canada possède un avantage concurrentiel, comme l'aérospatiale, l'automobile et les ressources naturelles, afin de stimuler les innovations sectorielles.



Compétences transférables

Avec l'adoption et l'intégration de systèmes basés sur l'IA dans le secteur, l'accent mis sur les compétences des travailleurs ne devrait pas se limiter à l'acquisition de nouvelles compétences. Les travailleurs devront aussi utiliser des compétences préexistantes pour assurer l'intégration, l'exploitation ou la collaboration en ce qui concerne les systèmes d'IA. De plus, dans certains cas, ils devront être en mesure de passer à de nouvelles tâches, responsabilités et rôles. Ces compétences, qui sont des compétences transférables entre les rôles et les professions, ne sont pas spécifiques à un emploi ou à un domaine et, lorsqu'elles sont appliquées dans de nouveaux contextes, elles permettent aux travailleurs de s'adapter pour répondre aux exigences des nouvelles technologies associées à l'application de l'IA.

Les compétences techniques, en particulier la connaissance de l'informatique et la capacité d'utiliser et d'analyser les tendances des données, permettront aux travailleurs d'utiliser efficacement et de gérer les opérations d'IA. La maîtrise des langages de programmation tels que Python, C++ et Java

est fondamentale pour l'application avancée des algorithmes d'IA et d'apprentissage automatique. Les travailleurs possédant les capacités requises en analyse des données, en conception de logiciels et en science informatique pourront faire la transition vers le travail axé sur l'utilisation de nouveaux systèmes dans un environnement de fabrication. Ces compétences techniques permettront aux travailleurs de faire le pont entre leurs compétences et leurs tâches professionnelles actuelles et les outils et procédés de l'IA qui redéfinissent les procédés de fabrication. Les compétences générales sont très adaptables et tout aussi importantes pour la transition vers l'utilisation des nouvelles technologies. La communication et le travail d'équipe permettent aux travailleurs de communiquer et de collaborer pour la mise en place de solutions qui nécessitent des technologies d'IA. Les compétences en résolution de problèmes sont essentielles pour que les travailleurs puissent analyser et appliquer les résultats plus perfectionnés et plus complexes des systèmes d'IA.

Compétences techniques	Compétences générales	Compétences en résolution de problèmes
Analyse des données	Communication	Prise de décision
Programmation et développement de logiciels	Leadership	Innovation
Informatique	Mentorat	Créativité
Python et C++ (langage de programmation)	Travail d'équipe	Recherche
Microsoft Office	Adaptabilité	Curiosité



L'application des compétences transférables dans un environnement de fabrication est un élément clé de la préparation de la main-d'œuvre aux exigences de l'avenir. Les travailleurs qui possèdent ces compétences

et ces connaissances seront bien placés pour exceller, innover et se développer dans les milieux axés sur des systèmes de fabrication augmentés par l'IA.



Rôle et contributions de NGen

NGen contribue à l'intégration de l'IA au secteur manufacturier canadien, en mettant l'accent sur l'innovation, la durabilité et le perfectionnement de la main-d'œuvre. Grâce à des initiatives telles que le Défi de l'IA en fabrication (AI4M), NGen favorise activement l'utilisation de l'IA pour résoudre les problèmes de fabrication du monde réel, améliorer la productivité et stimuler la croissance économique. Ce programme invite les fabricants à proposer des projets axés sur l'IA qui ont le potentiel d'avoir un impact significatif sur le paysage manufacturier canadien en améliorant l'efficacité, la qualité et la durabilité.

NGen a également annoncé le lancement de nouveaux projets de 55 millions de dollars axés sur l'IA pour la fabrication, ce qui souligne son engagement à faire progresser le Canada pour qu'il se situe à l'avant-garde de la technologie manufacturière. Ce financement vise à soutenir les efforts de collaboration qui rassemblent l'industrie, le

milieu universitaire et les fournisseurs de technologies pour développer et mettre en œuvre des solutions d'IA de pointe dans le secteur manufacturier. Ces projets visent non seulement à favoriser l'innovation technologique, mais aussi à faire en sorte que les fabricants canadiens soient bien équipés pour tirer parti de l'IA afin d'obtenir un avantage concurrentiel sur la scène mondiale.

Reconnaissant le rôle essentiel d'une main-d'œuvre ayant les qualifications requises pour l'adoption de l'IA, NGen met fortement l'accent sur la formation et le développement des compétences, en particulier par le biais d'initiatives telles que les programmes Parés pour le futur et AMP UP. En facilitant l'accès à de nouvelles possibilités d'apprentissage, NGen veille à ce que les travailleurs soient préparés à l'évolution des exigences de l'environnement de fabrication basé sur l'IA, contribuant ainsi à une main-d'œuvre résiliente, adaptable et qualifiée.



Remarques finales

Le développement et l'intégration de l'IA dans les opérations manufacturières canadiennes ont le potentiel d'apporter des innovations importantes qui peuvent améliorer l'efficacité, la productivité et l'innovation et qui peuvent aider le secteur à relever des défis et à résoudre des problèmes complexes, dont certains sont liés aux marchés de l'embauche et du travail. Grâce à une analyse détaillée et à l'exploration de divers cas d'adoption de l'IA dans le secteur manufacturier, certaines observations et constatations peuvent servir de base à l'analyse d'impact et à la planification de la main-d'œuvre dans le secteur manufacturier canadien, à mesure qu'il adopte et intègre les technologies d'IA.

Il a été démontré que l'intégration de l'IA aux opérations de fabrication entraîne des changements dans la dynamique de la main-d'œuvre et du lieu de travail plutôt que le déplacement pur et simple d'emplois. On observe que l'émergence des technologies

pilotées par l'IA nécessite une main-d'œuvre non seulement techniquement compétente, mais aussi adaptable à de nouveaux outils et nouvelles méthodologies. Cela souligne l'importance cruciale des initiatives visant à améliorer et à requalifier la main-d'œuvre afin de préparer l'avenir de la fabrication influencée par l'IA.

L'adoption de technologies basées sur l'IA est d'une importance stratégique pour favoriser les écosystèmes d'innovation qui rassemblent les fabricants, les fournisseurs de technologies, les établissements universitaires et le gouvernement. Grâce aux collaborations qui visent à accélérer la recherche et le développement ainsi que l'adoption et l'intégration de l'IA, et grâce à l'analyse, aux politiques et aux initiatives appropriées du marché du travail, le Canada peut faire en sorte que ses secteurs manufacturiers et industriels pourront profiter pleinement de l'IA et de ses technologies.



Références

- ¹ Saenz, A. (2020). *How AI is Revolutionizing Manufacturing*. Forbes.
- ² Fabrication de prochaine génération Canada (NGen). (2024). *La numérisation dans le secteur canadien de la fabrication de pointe : évolution des emplois et des compétences*. Projet Parés pour le futur.
- ³ Sharma, S. et Panigrahi, P. (2020). *A Review on Applications of Machine Learning Algorithms in Manufacturing*. *Materials Today: Proceedings*, 26, 1392-1397.
- ⁴ Rethink Robotics. (2019). *The Evolution of Collaborative Robots: From Hardware to Software and Beyond*.
- ⁵ Zhang, Y., & Zhang, W. (2020). *Leveraging Artificial Intelligence for Predictive Maintenance: A Review and Look Forward*. *Journal of Manufacturing Systems*, 57, 73-87.
- ⁶ Li, S., Huang, T., & Wang, Y. (2021). *Computer Vision in Manufacturing: A Comprehensive Review*. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(6), 4154-4166.
- ⁷ Wang, H., & Li, J. (2017). *Optimizing Supply Chain Management with AI: A Case Study of General Electric*. *International Journal of Production Economics*, 22(4), 201-218.
- ⁸ Zhang, Q., et Wang, Y. (2018). *Enhancing Manufacturing Efficiency with AI-Powered Robotics: A Case Study of BMW*. *Journal of Automation and Robotics*, 15(1), 45-63.
- ⁹ Liu, X., et Wang, Q. (2020). *Improving Precision and Productivity with AI-Driven CNC Machining: A Case Study of Fanuc*. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 35(4), 201-218.
- ¹⁰ Smith, J. et Johnson, K. (2019). *The Impact of Artificial Intelligence on Manufacturing Jobs: A Case Study of Foxconn*. *Journal of Manufacturing Technology*, 25(3), 112-129.
- ¹¹ Martin, S. (2023). *AI's leg up: Startup accelerates robotics simulation for \$8 trillion food market*. Blogue de NVIDIA. <https://blogs.nvidia.com/blog/isaac-soft-robotics-simulation/>
- ¹² Greason, C. (2023). *AI in the real world: 4 case studies of success in industrial manufacturing*. Association for Advancing Automation. <https://www.automate.org/ai/industry-insights/ai-in-the-real-world-4-case-studies-of-success-in-industrial-manufacturing>



- ¹³ Foundry Management & Technology. (2019). *Cobots Expand Process and Performance Potential*. <https://www.foundrymag.com/finishing/media-gallery/21932085/cobots-expand-process-and-performance-potential>
- ¹⁴ Fabrication de prochaine génération Canada (NGen). (2023). *Technological Innovation and Workforce Diversity in the Advanced Manufacturing Sector*. Projet Parés pour le futur.
- ¹⁵ Olavsrud, T. (2021). *Rolls-Royce turns to digital twins to improve jet engine efficiency*. <https://www.cio.com/article/188765/rolls-royce-turns-to-digital-twins-to-improve-jet-engine-efficiency.html>
- ¹⁶ OCDE. (2023). *The impact of AI on the workplace: Evidence from OECD case studies of AI implementation* (Documents de travail de l'OCDE sur les questions sociales, l'emploi et les migrations). Éditions OCDE. https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-impact-of-ai-on-the-workplace-evidence-from-oecd-case-studies-of-ai-implementation_2247ce58-en