

Travail et IA : État de la question

Sophie De Serres, Alain Marchand

Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité
du travail (IRSST)

QR-1220-fr





NOS RECHERCHES travaillent pour vous!

Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

Mission

Dans l'esprit de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail* (LSST) et de la *Loi sur les accidents du travail et les maladies professionnelles* (LATMP), la mission de l'IRSST est de : Contribuer à la santé et à la sécurité des travailleuses et travailleurs par la recherche, l'expertise de ses laboratoires, ainsi que la diffusion et le transfert des connaissances, et ce, dans une perspective de prévention et de retour durables au travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre dépôt institutionnel PhareSST! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.

www.pharesst.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement :

- au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CNESST (preventionautravail.com)
- au bulletin électronique [InfoIRSST](#)

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2025
ISBN 978-2-89797-329-2 (PDF)

<https://doi.org/10.70010/DXRK4549>

© Institut de recherche Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail, 2025

IRSST — Service des communications et des relations publiques
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec) H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca

Note au lectorat

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des autrices et auteurs. Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document n'ont pas fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information. Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle. Cette publication est disponible en version PDF sur le dépôt institutionnel de l'IRSST (PhareSST).

Cadre de référence pour la recherche en SST



Prévention des atteintes à l'intégrité physique et psychique



Réadaptation, retour et maintien au travail



Surveillance et prospection des données en SST



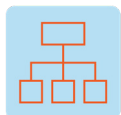
Identification des dangers, estimation et évaluation des risques



Élimination des dangers et maîtrise des risques



Métrologie appliquée à la SST



Organisation du travail



Santé mentale et psychologique



Population, société et SST

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier nos collègues de l'IRSST, Alireza Saidi, chercheur en prévention des risques mécaniques et physiques, ainsi que Clothilde Brochot, professionnelle de recherche en prévention des risques chimiques et biologiques, pour le temps et l'expertise qu'ils ont consacrés à la relecture du rapport. Leurs conseils avisés ont été d'une aide précieuse et ont considérablement enrichi la qualité de ce document.

Nous souhaitons également exprimer notre gratitude à Bénédicte Nauche, conseillère en veille et information scientifique au centre de documentation de l'IRSST, pour l'élaboration de la stratégie de recherche bibliographique et le repérage des sources documentaires. Son savoir-faire et sa disponibilité ont grandement facilité notre travail.

SOMMAIRE

L'évolution technologique rapide de l'intelligence artificielle (IA) et son utilisation de plus en plus importante dans les organisations et entreprises entraînent des transformations appréciables des milieux de travail. Une revue récente et non exhaustive de la littérature scientifique et grise permet de faire état des connaissances actuelles des répercussions de l'IA sur la santé et la sécurité du travail (SST), en soulignant à la fois les effets positifs observés chez les travailleuses et travailleurs, et les effets négatifs, principalement psychosociaux. Des situations d'utilisation de l'IA en amont, autrement qu'en temps réel (analyse prédictive, recrutement, formation ou recherche), sont également présentées ainsi que des enjeux cruciaux associés à l'intégration de l'IA en milieu de travail, comme la confidentialité des données, les biais algorithmiques et l'absence de normes. Pour finir, des pistes de recherche sont proposées afin d'optimiser l'utilisation de l'IA au bénéfice de la SST.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. IA ET MILIEUX DE TRAVAIL	3
1.1 Prévalence de l'utilisation de l'IA au Québec et au Canada	4
1.2 Transformation du travail par l'implantation de systèmes d'IA.....	5
1.3 Transformation des compétences requises.....	7
1.3.1 Compétences techniques	7
1.3.2 Compétences humaines	7
1.3.3 Compétences conceptuelles.....	8
2. CONSÉQUENCES DE L'UTILISATION DE L'IA SUR LA SST	9
2.1 Effets positifs	9
2.1.1 Automatisation des tâches dangereuses ou répétitives	9
2.1.2 Détection des dangers en temps réel	10
2.1.3 Surveillance de la conformité du port des EPI	10
2.1.4 Monitoring des fonctions physiologiques	11
2.1.5 Surveillance de l'état des équipements.....	11
2.1.6 Évaluation ergonomique et prévention des TMS	11
2.1.7 Réadaptation et retour au travail.....	12
2.2 Effets négatifs	13
2.2.1 Déséquilibre entre compétences actuelles et exigences professionnelles	14
2.2.2 Bien-être physique et psychologique	15
2.2.3 Risques psychosociaux découlant de la numérisation du travail.....	15
2.2.4 Insécurité d'emploi induite par l'IA	17
3. UTILISATION DE L'IA EN AMONT	18
3.1 Analyse prédictive et gestion de la sécurité	18
3.2 Recrutement de personnel.....	19
3.3 Formation améliorée	19
3.4 Études et recherche.....	20
4. ENJEUX LIÉS À L'UTILISATION DE L'IA EN MILIEU DE TRAVAIL	22
4.1 Confidentialité et protection des données personnelles	22
4.2 Surveillance du personnel.....	22

4.3	Biais algorithmiques.....	22
4.4	Confiance, transparence et fiabilité.....	23
4.5	Résistance au changement.....	24
4.6	Écart technologique.....	25
4.7	Exacerbation des inégalités existantes.....	26
4.8	Absence de normes.....	26
4.9	Responsabilité et imputabilité.....	27
5.	PISTES DE RECHERCHE.....	28
	CONCLUSION.....	30
	BIBLIOGRAPHIE.....	31

INTRODUCTION

La transformation numérique des milieux de travail a commencé à prendre forme au début des années 2000, avec l'essor d'Internet et des nouvelles technologies. Cependant, c'est à partir de 2010 que ce phénomène s'est déployé à plus grande échelle. Le recours à l'intelligence artificielle (IA) dans les organisations s'est accéléré dans la dernière décennie afin d'augmenter la productivité des entreprises et d'améliorer l'organisation du travail, la prestation de service ainsi que le bien-être et la sécurité des travailleuses et travailleurs. L'IA est définie par l'Office québécois de la langue française comme un « domaine d'étude ayant pour objet la reproduction artificielle des facultés cognitives de l'intelligence humaine dans le but de créer des systèmes ou des machines capables d'exécuter des fonctions relevant normalement de celle-ci »¹. La Commission européenne propose une définition plus opérationnelle de l'IA, soit « des systèmes qui exhibent des comportements intelligents en analysant leur environnement et en effectuant des actions avec un certain degré d'autonomie, pour atteindre des objectifs spécifiques » (Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles [INRS], 2022).

Plusieurs technologies convergentes ont contribué à développer un intérêt grandissant pour l'utilisation de l'IA dans différentes sphères de la société, incluant les milieux de travail. À ce titre, on peut noter les progrès rapides de l'apprentissage automatique, l'accès facilité à des ensembles de données massifs et diversifiés (*big data*), le recours à des ressources informatiques puissantes, accessibles et abordables (informatique en nuage), le développement accéléré de robots collaboratifs (*cobots*), capables de travailler aux côtés des travailleuses et travailleurs humains, la prolifération d'appareils connectés et de capteurs intelligents pouvant générer d'énormes quantités de données en temps réel (internet des objets, IdO), l'essor des technologies de traitement du langage naturel et, enfin, l'augmentation exponentielle de la puissance de calcul des ordinateurs permettant de développer des algorithmes d'IA sophistiqués et de traiter des ensembles de données très volumineux (Al Mubarak, 2023; Côté et Su, 2021; INRS, 2022; Pasman et Behie, 2024).

Ce rapport, qui constitue une première réflexion de l'IRSST sur le sujet, a pour objectif de présenter un **état de la question** des effets de l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) sur la santé et la sécurité du travail (SST), et les enjeux qui s'y rattachent². Il repose sur une recherche bibliographique dans Scopus qui a fait ressortir une trentaine d'articles,

¹ <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8385376/intelligence-artificielle>

² Une version sommaire de ce rapport a été déposée en janvier 2025, sous la forme d'un mémoire, auprès du ministère du Travail du gouvernement du Québec, dans le cadre d'une consultation sur l'encadrement législatif et normatif du travail au regard de la transformation des milieux de travail par le numérique.

publiés entre 2022 et 2024, rapportant les résultats de revues de littérature portant sur l'utilisation de l'IA en milieu de travail et sur les effets de ces utilisations sur la santé et sur la sécurité des travailleuses et travailleurs. Quelques articles portant sur diverses utilisations de l'IA et leurs effets sur la santé et la sécurité du travail, publiés depuis le début de l'année 2025, ont aussi été consultés. L'information retenue inclut également des documents, rapports ou études publiés par des organismes dédiés à la SST ou au monde du travail (ex. Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents de travail et des maladies professionnelles [INRS], European Agency for Safety and Health at Work [EU-OSHA], European Trade Union Institute [ETUI], Conseil de l'innovation du Québec, Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE]).

L'IA fait maintenant partie intégrante de nombreux milieux de travail en s'imposant comme un véritable catalyseur de l'innovation technologique. Ce phénomène est accentué par l'évolution rapide des modèles d'IA et leur démocratisation, rendant l'accès à ces technologies plus aisé pour divers acteurs industriels et académiques. Cela entraîne une multiplication des publications sur le sujet tant dans la littérature scientifique que dans la littérature grise. Conséquemment, le présent texte ne constitue pas une revue exhaustive de tous les écrits concernant l'utilisation de l'IA et de ses effets sur la santé et la sécurité des travailleuses et travailleurs.

Dans les prochaines sections, nous traitons dans un premier temps de la manière dont l'intégration de l'IA en milieu de travail contribue à transformer le travail et à modifier les compétences requises pour les travailleuses et travailleurs (section 2), ainsi que des effets positifs et négatifs de l'utilisation de l'IA sur la santé et sur la sécurité de ces derniers (section 3). Les pratiques liées à l'utilisation de l'IA en dehors des interactions en temps réel sont ensuite présentées (section 4), suivies des enjeux importants soulevés par l'intégration de l'IA en milieu de travail (section 5) et de propositions de pistes de recherche afin de maximiser les bénéfices de l'IA tout en minimisant ses risques pour les travailleuses et travailleurs (section 6).

1. IA ET MILIEUX DE TRAVAIL

L'IA est présente tant dans l'industrie 4.0, qui se caractérise par une convergence du monde virtuel, de la conception numérique et de la gestion des opérations avec les produits et objets du monde physique, que dans l'industrie 5.0, qui vise à intégrer l'automatisation, la robotique et les systèmes d'apprentissage intelligents dans les processus de production, tout en permettant aux travailleuses et travailleurs de jouer un rôle actif dans la prise de décision. L'industrie 5.0 représente une évolution de la production industrielle, mettant l'accent sur la collaboration entre l'humain et les machines intelligentes. Ainsi, les robots sont perçus comme des collaborateurs (*cobots*) qui travaillent de concert avec les humains pour améliorer la productivité (Pasman et Behie, 2024). De plus, contrairement à l'industrie 4.0, qui privilégie l'automatisation et l'efficacité, l'industrie 5.0 reconnaît que certaines compétences humaines sont irremplaçables par l'IA, notamment la créativité, le jugement, la résolution de problèmes et l'intelligence émotionnelle. Conséquemment, l'industrie 5.0 vise à intégrer l'intelligence humaine dans les processus de fabrication, misant sur l'augmentation des capacités humaines grâce à la technologie et favorisant des interactions harmonieuses entre l'humain et la machine. Cette approche permet de personnaliser les produits tout en maintenant une efficacité optimale, en tirant parti des capacités cognitives des travailleuses et travailleurs et des technologies avancées.³

Deux branches distinctes d'intelligence artificielle ont des rôles complémentaires et sont souvent utilisées ensemble pour des applications avancées. L'**IA traditionnelle** se concentre sur l'automatisation des tâches spécifiques et la prise de décisions basées sur des données préexistantes. Elle utilise des algorithmes pour analyser des données, reconnaître des motifs et faire des prédictions. Elle est couramment utilisée dans des domaines tels que la reconnaissance vocale, la vision par ordinateur, les diagnostics médicaux, etc.

L'**IA générative**, quant à elle, est capable de créer de nouveaux contenus. Elle utilise des modèles d'apprentissage automatique (*machine learning*) pour générer des images, des textes, des musiques, et même des vidéos à partir de données d'entraînement. Par exemple, pour la prévention des accidents dans le secteur de la construction, les modèles d'apprentissage automatique utilisés dans de nombreuses applications se servent de divers types de données, chacun offrant des perspectives uniques sur les risques de sécurité et les moyens de les atténuer (Cavalcanti *et al.*, 2023) : données textuelles, images, vidéos, données de capteurs portables ou environnementaux, données mécaniques (structures et équipements) ou biomécaniques (travailleuses et travailleurs). L'efficacité de ces modèles d'apprentissage automatique dépend en grande partie de la qualité, de la quantité et de la pertinence des données utilisées (Egwim *et al.*, 2024;

³ https://www.spectraltms.com/blog/industrie-5.0?utm_source=chatgpt.com

Kumar *et al.*, 2024). La combinaison de plusieurs sources de données peut offrir une compréhension plus globale des risques pour la sécurité, ce qui permet de créer des modèles plus précis et plus efficaces pour la prévention des accidents (Cavalcanti *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2022).

1.1 Prévalence de l'utilisation de l'IA au Québec et au Canada

Les répercussions de l'IA sur le marché du travail est un sujet complexe qui suscite à la fois l'enthousiasme et l'inquiétude. L'IA a le potentiel de transformer les emplois occupés par des employées et employés hautement qualifiés dans une plus grande mesure que ceux occupés par leurs homologues moins instruits. Cela contraste avec les vagues précédentes d'automatisation qui ont principalement touché les emplois routiniers et manuels. Les progrès rapides de l'IA, en particulier dans des domaines comme le traitement du langage naturel et l'apprentissage automatique, permettent aux machines d'effectuer des tâches cognitives et non routinières autrefois considérées comme étant le domaine exclusif des travailleuses et travailleurs humains. Bien que cela représente un changement significatif par rapport aux tendances historiques, il est important de noter que les personnes hautement qualifiées occupent souvent des emplois qui peuvent être fortement complémentaires de l'IA. Cela signifie que si l'IA peut modifier la nature de ces emplois, elle a également le potentiel d'accroître la productivité et de créer de nouvelles opportunités pour les travailleuses et travailleurs qualifiés.

Au Québec, l'Institut du Québec a pu estimer qu'environ 810 000 personnes, soit 18 % de la main-d'œuvre québécoise, travaillent ou cherchent un emploi dans 96 professions actuellement vulnérables à l'automatisation, soit à la fois par la robotisation et par des applications d'IA (IDQ, 2025). Ces personnes travaillent pour la plupart dans le secteur de la vente et des services (ex. caissières et caissiers ou serveuses et serveurs). Toujours selon ce rapport de l'Institut du Québec, les travailleuses et travailleurs du secteur des affaires, finance et administration (ex. adjointes et adjoints administratifs ou vérificatrices et vérificateurs comptables) sont également à risque.

L'étude de l'Institut du Québec montre également qu'en matière de vulnérabilité face à l'automatisation, qui inclut à la fois la robotisation et les applications d'IA, le Québec affiche une moyenne similaire à la moyenne actuelle du Canada dans son ensemble, soit 18 %. Cependant, une étude prospective faisant état de l'indice d'exposition professionnelle à l'IA, a montré que jusqu'à 60 % des travailleuses et travailleurs canadiens pourraient voir leur emploi affecté par l'IA (Medhi et Morissette, 2024). Cet indice, mesurant la probabilité que les emplois soient transformés par l'IA à partir des données des recensements de la population de Statistique Canada, prend toutefois en compte la complémentarité des tâches avec l'IA et non seulement le remplacement des tâches par la robotisation et l'IA, classant les emplois en trois groupes :

- **Exposition élevée et faible complémentarité (31 %) :** Emplois avec de nombreuses tâches pouvant être complètement remplacées par l'IA;

- **Exposition élevée et grande complémentarité (29 %) :** Emplois avec des tâches hautement complémentaires à l'IA;
- **Faible exposition (40 %) :** Emplois moins susceptibles d'être affectés par l'IA, quel que soit le degré de complémentarité.

Toujours selon cette étude, les répercussions de l'utilisation de l'IA varie selon les industries. Les secteurs des services professionnels, scientifiques et techniques, de la finance et des assurances, ainsi que de l'information et de la culture sont ceux où les emplois sont les plus susceptibles d'être fortement exposés à l'IA, avec un potentiel de complémentarité plus faible. Les services d'enseignement et les soins de santé et l'assistance sociale emploient également un nombre important de travailleuses et travailleurs exposés à la transformation liée à l'IA, mais ces professions sont plus susceptibles d'être complémentaires de l'IA. Les industries comme la construction, les services d'hébergement et les services alimentaires sont relativement moins exposées à la transformation de l'emploi liée à l'IA.

1.2 Transformation du travail par l'implantation de systèmes d'IA

Bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires pour comprendre pleinement comment la pandémie a remodelé l'utilisation de l'IA sur le marché du travail canadien, certains auteurs et autrices y voient une influence non négligeable, accélérant la transformation numérique dans de nombreuses industries (Cramarenco *et al.*, 2023; Vukicevic *et al.*, 2024; Zirar, 2023). En plus de la nécessité de réduire les contacts humains dans plusieurs secteurs d'activité, certaines entreprises ont été poussées à optimiser leurs processus et à améliorer la prise de décisions, afin d'accroître leur efficacité et ainsi réduire leurs coûts d'opération. La recherche de solutions faisant appel à l'IA, en particulier pour des applications liées à la santé, à la logistique et à l'analyse de données, a entre autres été privilégiée.

Une recension de plusieurs articles traitant de l'utilisation de l'IA au travail permet de dresser une liste non exhaustive des divers aspects des opérations et des pratiques de gestion étant modifiés par son arrivée dans différents milieux de travail (Al Mubarak, 2023; Côté et Su, 2021; Egwim *et al.*, 2024; INRS, 2022; Mehdi et Morissette, 2024; Pasman et Behie, 2024) :

- **Sécurisation des environnements de travail :** L'IA joue un rôle croissant dans l'amélioration de la sécurité au travail. Par exemple, elle est utilisée pour surveiller les lieux de travail, détecter les situations dangereuses et alerter le personnel en cas de risque. Des robots collaboratifs (*cobots*) dirigés par l'IA peuvent effectuer des tâches dangereuses, protégeant ainsi les travailleuses et travailleurs humains des risques physiques. L'IA peut également aider à améliorer l'ergonomie des postes de travail et à prévenir les accidents du travail.
- **Automatisation des tâches routinières :** L'IA automatise de plus en plus les tâches routinières et répétitives dans de nombreux secteurs. Cela peut inclure des tâches telles que la saisie de données, la fabrication à la chaîne et le traitement

des demandes de service à la clientèle. L'IA excelle dans l'exécution de tâches répétitives et prévisibles. Par exemple, dans les centres d'appels, les agents conversationnels (*chatbots*) alimentés par l'IA peuvent répondre aux questions courantes de la clientèle, libérant ainsi les agents et agents humains pour se concentrer sur des demandes plus complexes. De même, dans l'industrie manufacturière, les robots guidés par l'IA peuvent effectuer des tâches d'assemblage et d'emballage avec une grande précision et une rapidité accrue.

- **Augmentation des capacités humaines** : L'IA peut être utilisée pour améliorer les compétences humaines⁴. Par exemple, dans le domaine de la santé, les chirurgiennes et chirurgiens peuvent utiliser des robots assistés par l'IA pour effectuer des interventions médicales plus précises et moins invasives. Dans d'autres domaines, l'IA peut fournir aux travailleuses et travailleurs des informations en temps réel, des recommandations personnalisées et un soutien à la décision.
- **Amélioration des processus décisionnels** : L'IA peut analyser de grandes quantités de données et fournir des informations qui aident les travailleuses et travailleurs à prendre des décisions plus éclairées. Des algorithmes avancés peuvent identifier des tendances et des modèles que les humains pourraient ne pas remarquer, ce qui peut conduire à des stratégies et à des solutions plus efficaces. Cette capacité permet aux entreprises de prendre des décisions plus éclairées dans des domaines tels que la gestion des stocks, la prévision de la demande et l'optimisation des prix. L'IA peut également aider à détecter les fraudes, à évaluer les risques et à améliorer la qualité des produits et des services.
- **Collaboration humain-machine** : On assiste à l'émergence de la « main-d'œuvre augmentée », où les humains et les machines intelligentes travaillent en collaboration pour obtenir de meilleurs résultats. Dans ce modèle, les machines gèrent les tâches routinières, tandis que les travailleuses et travailleurs se concentrent sur des tâches plus complexes qui nécessitent de la créativité, du jugement et de l'empathie.
- **Augmentation de la productivité** : Certaines technologies d'IA peuvent effectuer des tâches répétitives rapidement et avec précision, et ce, sans montrer de signes de fatigue. La fabrication numérique additive (ou impression 3D), propulsée par l'IA, peut également être utilisée pour créer des structures complexes, offrant un avantage économique en termes de coût et de temps par unité fabriquée.
- **Modernisation des pratiques de gestion des ressources humaines (GRH)** : L'IA peut être intégrée aux processus de GRH, notamment le recrutement, la formation et l'évaluation des employées et employés. Par exemple, les systèmes d'IA peuvent filtrer les CV, identifier les meilleurs candidates et candidats et même mener des entrevues préliminaires. L'IA peut également personnaliser les programmes de formation et fournir au personnel un retour d'information personnalisé.

⁴ Il s'agit alors d'intelligence augmentée, qui se distingue de l'IA en mettant l'accent sur la collaboration humain-machine, libérant les travailleuses et travailleurs de tâches répétitives ou dangereuses, et leur permettant d'apporter leurs compétences humaines de jugement, d'interprétation et d'empathie à des décisions plus complexes (Côté et Su, 2021).

1.3 Transformation des compétences requises

L'IA a donc un effet significatif sur le marché du travail, conduisant à la fois à la création de nouveaux emplois et à la transformation des emplois existants (Côté et Su, 2021). D'un côté, le développement de l'IA nécessite de nouvelles compétences et expertises, créant ainsi de nouvelles fonctions stratégiques au sein des organisations. Parmi les professions les plus demandées figurent, entre autres, les analystes et scientifiques des données, les spécialistes de l'IA et de l'apprentissage automatique, les ingénieures et ingénieurs en robotique. De l'autre côté, l'IA permet d'automatiser de nombreuses tâches, permettant ainsi au personnel de se concentrer sur des tâches plus complexes et à plus forte valeur ajoutée. Ces travailleuses et travailleurs sont alors libérés de tâches répétitives, dangereuses ou sujettes aux erreurs, et peuvent ainsi apporter leurs compétences humaines de jugement, d'interprétation et d'empathie à des décisions plus complexes. Certains emplois sont toutefois à risque d'être supprimés par l'automatisation de certaines tâches par l'IA, en particulier dans les secteurs à faible qualification (Fisher *et al.*, 2023; OECD, 2024c). L'IA a donc le potentiel de modifier fondamentalement l'équilibre entre les exigences professionnelles et la formation actuelle des travailleuses et travailleurs.

Pour travailler efficacement avec l'IA, une combinaison de compétences techniques, humaines et conceptuelles est requise (Cramarenco *et al.*, 2023; Mehdi et Morissette, 2024; Vukicevic *et al.*, 2024).

1.3.1 Compétences techniques

Étant donné que l'IA repose sur des données, la capacité à les analyser, à les interpréter et à en extraire des informations significatives est essentielle. La maîtrise des outils et des technologies numériques, y compris les logiciels d'IA, les langages de programmation et les plateformes d'analyse de données, est cruciale. La compréhension de principes de l'apprentissage automatique et la capacité à appliquer ces techniques pour résoudre des problèmes concrets sont des aptitudes plus en plus recherchées et, dans certains domaines, la capacité d'interpréter et d'analyser des images et des vidéos est importante.

1.3.2 Compétences humaines

Malgré l'évolution très rapide de la technologie liée à l'IA, les solutions qu'elle fournit ne sont pas toujours parfaites. Les travailleuses et travailleurs doivent donc être capables d'évaluer de manière critique les résultats de l'IA, d'identifier les biais, le cas échéant, et de prendre des décisions éclairées. Les travailleuses et travailleurs doivent être capables de résoudre des problèmes complexes, de trouver des solutions de contournement aux limites de l'IA et de s'adapter à des situations imprévues. Bien que l'IA puisse automatiser des tâches routinières, la créativité humaine est toujours requise pour trouver de nouvelles solutions, innover et s'adapter aux changements rapides. Enfin, puisque l'IA est

un domaine en constante évolution, les travailleuses et travailleurs doivent être aptes à gérer l'incertitude, à s'adapter aux nouvelles technologies et à apprendre en permanence.

1.3.3 Compétences conceptuelles

Une compréhension de base des concepts de l'IA, de ses capacités et de ses limites est importante pour travailler efficacement avec la technologie. Les travailleuses et travailleurs, notamment le personnel occupant des postes de gestion, doivent être conscients des implications éthiques, des biais potentiels et des questions de responsabilité qui découlent de l'utilisation de l'IA dans l'exécution de leurs tâches. Enfin, la capacité à comprendre comment l'IA s'inscrit dans la stratégie globale de l'organisation et à identifier les opportunités d'innovation est précieuse.

2. CONSÉQUENCES DE L'UTILISATION DE L'IA SUR LA SST

2.1 Effets positifs

Les technologies numériques pour améliorer la SST sont utilisées dans un large éventail de secteurs et les recherches mettent en évidence leur application croissante dans divers domaines. L'utilisation de l'IA dans les milieux de travail présente plusieurs opportunités intéressantes pour améliorer la sécurité au travail. Plusieurs effets positifs sur la SST sont illustrés ci-dessous par des exemples provenant de trois secteurs d'activité économique : la construction, l'industrie manufacturière et les mines souterraines. Au Québec, selon les dernières données compilées par l'IRSST (Busque *et al.*, 2022), les taux de fréquence-gravité des lésions professionnelles indemnisées pour ces secteurs d'activité économique sont tous plus élevés que la moyenne provinciale, plaçant le secteur de la construction au 1^{er} rang, celui des mines, carrières, pétrole et gaz au 4^e rang et celui de la fabrication au 7^e rang. Ces secteurs ont donc tout avantage à implanter des solutions technologiques faisant appel à l'IA afin d'améliorer la santé et la sécurité de leurs travailleuses et travailleurs.

Il est cependant important de noter que la majorité des technologies numériques présentées dans cette section sont contrôlées par l'IA et peuvent également être utilisées dans d'autres secteurs d'activité, avec des effets positifs similaires sur la SST. Dans tous les cas, l'adoption de ces technologies est motivée par la nécessité de créer des environnements de travail plus sûrs, de réduire les accidents et les maladies professionnelles, d'améliorer le bien-être des travailleuses et travailleurs, sans toutefois compromettre l'efficacité des opérations et l'accroissement de la productivité (Pasman et Behie, 2024).

2.1.1 Automatisation des tâches dangereuses ou répétitives

L'IA peut automatiser les tâches dangereuses, sales, pénibles ou répétitives, réduisant ainsi l'exposition des travailleuses et travailleurs à des conditions de travail dangereuses (Fisher *et al.*, 2023). Par exemple, des chercheuses et chercheurs ont mis au point des systèmes robotisés pouvant assembler des éléments de construction, comme des murs en maçonnerie et des structures en acier. L'utilisation d'équipements connectés à l'IA contribue également à l'amélioration de la SST dans les industries manufacturières puisqu'il est possible de faire appel à des robots ou à des drones pour effectuer des tâches dangereuses comme l'inspection des équipements dans des zones dangereuses, réduisant ainsi le risque d'exposition du personnel aux dangers (Park et Kang, 2024). Les robots collaboratifs (*cobots*) peuvent aussi être utilisés pour aider les travailleuses et travailleurs à soulever des objets lourds ou à effectuer des tâches dans des espaces restreints (Jiang *et al.*, 2024).

2.1.2 Détection des dangers en temps réel

Dans des industries à haut risque comme la construction, l'exploitation minière et le transport pétrolier, l'IA peut être utilisée pour surveiller les conditions environnementales, détecter les dangers et alerter le personnel en temps réel (Fisher *et al.*, 2023). Dans le secteur de la construction, une utilisation combinée de la vision par ordinateur et de l'apprentissage automatique permet d'identifier les dangers sur les chantiers, tels que les comportements dangereux des travailleuses et travailleurs, les équipements non sécurisés ou les zones à risque.

En milieu industriel, la santé et la sécurité des travailleuses et des travailleurs passent également par des systèmes de surveillance intelligents, comme des capteurs et des caméras connectés à des plateformes d'analyse contrôlées par l'IA (Park et Kang, 2024). L'utilisation de ces technologies offre la possibilité de surveiller les processus industriels en temps réel et de détecter les anomalies dans les opérations, entraînant le déclenchement d'alertes en cas de danger, contribuant ainsi à la sécurité des installations et des individus qui y œuvrent (Pasman et Behie, 2024). Par exemple, l'IA peut être utilisée pour prédire la propagation d'un panache de fumée et le temps d'évacuation disponible dans un endroit précis, améliorant ainsi la sécurité des travailleuses et travailleurs qui s'y trouvent.

Dans le secteur minier souterrain, sachant que les collisions entre machines et piétons sont une cause importante d'accidents, l'IA permet de développer des systèmes anticollision sophistiqués qui utilisent des capteurs de vision par ordinateur pour détecter et suivre le mouvement des personnes, des véhicules et des équipements. Ces systèmes peuvent alors alerter les opératrices et opérateurs, ainsi que les travailleuses et travailleurs en temps réel de collisions potentielles.

2.1.3 Surveillance de la conformité du port des EPI

L'apprentissage automatique peut être utilisé pour reconnaître des objets et des activités, ainsi que pour détecter des comportements dangereux. Par exemple, des modèles permettant de reconnaître l'utilisation correcte de l'équipement de protection individuelle (EPI) et les couleurs des casques de sécurité ont été développés. La surveillance basée sur l'IA maintient ainsi les personnes en sécurité et limite les accidents, ce qui est particulièrement important étant donné que certains secteurs d'activité, comme celui de la construction, sont parmi les industries les plus dangereuses (Busque *et al.*, 2022). Par ailleurs, l'utilisation de la vision par ordinateur, grâce aux progrès de l'IA et de l'apprentissage profond, permet de contrôler le port d'EPI dans les milieux industriels (Vukicevic *et al.*, 2024), renforçant ainsi les mesures de sécurité auprès du personnel. Les types d'EPI pour lesquels l'utilisation de la vision par ordinateur a été rapportée sont principalement les casques et les gilets de sécurité, mais la recherche permettra sans doute de développer des systèmes d'IA adaptés à d'autres types d'EPI.

2.1.4 Monitoring des fonctions physiologiques

L'intégration de capteurs et de dispositifs de communication, notamment dans les EPI (appelés alors EPI intelligents), permet par exemple d'assurer une surveillance de la santé des travailleuses et travailleurs, de fournir une rétroaction sur des facteurs tels que la posture, l'exposition au bruit et les signes vitaux (Jiang *et al.*, 2024). Certains de ces systèmes permettent également de détecter des chutes ou des expositions à des substances dangereuses, avec transmission d'alertes en temps réel aux équipes de secours (Park et Kang, 2024; Pasman et Behie, 2024). Des systèmes alimentés par l'IA peuvent aussi analyser les données de différents capteurs (images de la caméra de la conductrice ou du conducteur, mouvements du volant et schémas de freinage) et alerter les opératrices et opérateurs ainsi que les superviseuses et superviseurs lorsque des signes de fatigue ou de distraction sont détectés chez des travailleuses ou travailleurs.

2.1.5 Surveillance de l'état des équipements

En analysant les données de différents capteurs (ex. vibrations, température, pression, gaz), l'IA permet d'anticiper des problèmes susceptibles de provoquer des pannes ou des accidents associés aux équipements dans différents secteurs d'activité, dont l'industrie manufacturière et les mines souterraines. À l'aide d'algorithmes d'apprentissage automatique, il est possible d'analyser de vastes ensembles de données, d'identifier des tendances et des facteurs de risque, permettant ainsi de prévenir des accidents et d'améliorer la gestion des risques (Jiang *et al.*, 2024). Par exemple, l'IA peut être utilisée pour prédire les pannes d'équipement, les fuites de gaz et les autres incidents qui pourraient entraîner des blessures ou des dommages (Khan et Taqvi, 2023; Park et Kang, 2024). Une telle maintenance prédictive, basée sur l'IA, contribue à réduire les temps d'arrêt, à optimiser les calendriers d'entretien et à améliorer la sécurité globale des équipements.

2.1.6 Évaluation ergonomique et prévention des TMS

Les troubles musculosquelettiques (TMS) sont des affections qui touchent les muscles, les tendons, les ligaments, les nerfs, les articulations et le cartilage. Ils sont souvent causés par des mouvements répétitifs, des postures contraignantes et une utilisation excessive de la force au travail (Chan *et al.*, 2022). Les technologies d'IA, comme les systèmes de vision par ordinateur, peuvent servir d'outils non invasifs permettant de reconnaître automatiquement des postures sécuritaires ou dangereuses prédéfinies et de quantifier les données nécessaires aux évaluations ergonomiques. Par ailleurs, l'utilisation de l'IA lors de la conception d'outils et d'équipements permet de rendre ces derniers plus ergonomiques et ainsi de réduire les risques de TMS liés au travail (Fisher *et al.*, 2023). Enfin, l'utilisation d'exosquelettes alimentés par l'IA peut aider les travailleuses et travailleurs à soulever des charges lourdes ou à exécuter des tâches répétitives, réduisant ainsi la fatigue et le risque de blessures. Dans ces cas, l'exosquelette piloté par l'IA permet à l'appareil de s'adapter en temps réel à la charge qu'il doit porter. Grâce à des

capteurs et des algorithmes intelligents, l'exosquelette ajuste automatique son niveau de soutien en fonction du poids de la charge soulevée et des mouvements effectués par la personne.

L'IA est utilisée à deux stades différents de la prévention des TMS. Premièrement, l'analyse de grands ensembles de données permet d'identifier les travailleuses et travailleurs les plus à risque de développer des TMS en fonction de leurs antécédents professionnels, de leurs caractéristiques physiques et des tâches et postures associées à leur travail (Chan *et al.*, 2022). Deuxièmement, des modèles d'estimation de la posture, utilisant l'apprentissage automatique et la vision par ordinateur, permettent de surveiller la posture des travailleuses et travailleurs en temps réel et ainsi fournir une rétroaction pour les encourager à adopter des postures plus saines (Roggio *et al.*, 2024). Par exemple, l'apprentissage automatique a été utilisé pour prévenir de manière proactive les TMS liés au travail dans l'industrie textile en prédisant les mouvements à risque élevé et en déclenchant des mécanismes de sécurité tels que des alarmes sonores ou des actionneurs mécaniques (Matos *et al.*, 2024).

L'accessibilité des outils biomécaniques utilisés pour étudier l'étiologie des TMS s'est d'ailleurs améliorée ces dernières années grâce à l'apprentissage automatique couplé à des systèmes de capture de mouvement sans marqueur (Chan *et al.*, 2022). Ces systèmes permettent ensuite de développer des interventions personnalisées. Bien que l'utilisation de ces technologies offre un grand potentiel pour la prévention des TMS, il est toutefois important de noter qu'il s'agit encore d'un domaine de recherche relativement nouveau. Davantage de recherches sont nécessaires pour valider l'efficacité des interventions basées sur l'IA et pour s'assurer qu'elles sont mises en œuvre de manière responsable.

2.1.7 Réadaptation et retour au travail

L'IA transforme la réadaptation en offrant des outils innovants tels des systèmes de vision améliorés, des plateformes de réalité virtuelle (RV) et des robots d'assistance, ainsi que des dispositifs portables et des capteurs biométriques connectés (Rasa, 2024). Ces équipements permettent d'évaluer les patientes et patients, de leur fournir des interventions personnalisées et de suivre leurs progrès plus efficacement.

En réadaptation, des exosquelettes pilotés par l'IA peuvent également être utilisés pour aider les personnes ayant subi un TMS à retrouver leur mobilité ou à réhabiliter leurs capacités physiques (Coser *et al.*, 2024). Comme mentionné précédemment pour la prévention des TMS, l'IA permet de personnaliser l'assistance robotique offerte par l'exosquelette par une adaptation aux mouvements et aux besoins spécifiques de chaque patiente ou patient, et ce, en ajustant les paramètres de l'appareil en fonction des besoins et des performances de la personne. L'utilisation de l'IA permet aussi aux exosquelettes de mieux s'adapter à différents environnements, ce qui est particulièrement utile dans le cadre de la rééducation où les travailleuses et travailleurs peuvent être confrontés à des

environnements et contextes diversifiés. L'exosquelette peut ainsi mieux anticiper et répondre aux mouvements de la personne (Coser *et al.*, 2024).

Grâce à l'IA, l'exosquelette peut maximiser la puissance positive transférée à l'utilisatrice ou utilisateur et minimiser la puissance négative, afin de maximiser l'efficacité de la rééducation tout en réduisant l'effort musculaire requis (Tu *et al.*, 2024). Les algorithmes basés sur l'IA peuvent non seulement permettre à l'exosquelette de fournir une assistance physique, mais aussi de s'adapter aux changements de condition de la patiente ou du patient au cours du processus de réadaptation (Tu *et al.*, 2024). Cette approche prometteuse ouvre la voie à des solutions de rééducation plus efficaces et personnalisées.

Enfin, l'utilisation de l'IA, notamment de l'apprentissage automatique, a été identifiée dans une revue comprenant 12 études portant sur le retour au travail (Escorpizo *et al.*, 2024). Les interventions en réadaptation professionnelle recensées et faisant état de l'utilisation de cette technologie comprenaient l'éducation des patientes et patients, le soutien à la recherche d'emploi, le soutien au transport et à l'entretien, les possibilités de formation, la technologie de réadaptation ainsi que la formation aux compétences en matière de handicap et d'autres services. Les auteurs ont conclu que l'IA offre une approche potentiellement bénéfique pour identifier les facteurs prédictifs du retour au travail, complétant efficacement et rapidement d'autres éléments de la pratique fondée sur des données probantes, tels que l'expertise du clinicien ou de la clinicienne, les préférences et les valeurs de la travailleuse ou du travailleur, ainsi que les facteurs contextuels liés au retour au travail.

2.2 Effets négatifs

La présente recension des écrits a permis de constater que les effets négatifs de l'IA sur la SST rapportés dans la littérature concernent principalement le bien-être psychologique et la santé mentale des travailleuses et travailleurs. Cette situation semble découler du fait que les différents systèmes d'IA déployés dans les milieux de travail (tels que les robots ou *cobots*, les capteurs de tous genres, les systèmes de vision, etc.) permettent généralement d'atténuer les risques physiques, chimiques, biologiques ou ergonomiques pour les travailleuses et travailleurs, même si le motif initial de leur implantation est tout autre, comme en témoignent les exemples présentés dans les sections précédentes.

Il est toutefois important de noter que l'introduction des technologies gérées par l'IA n'élimine pas tous les risques pouvant porter atteinte à l'intégrité physique des personnes au travail. Les systèmes d'IA peuvent échouer de manière inattendue, ce qui entraînerait des situations potentiellement désastreuses pour les travailleuses et travailleurs. Une erreur dans une décision prise par l'IA, due à un manque de maturité du système (nombre de cycles d'entraînement insuffisant), à un environnement altéré (espace plus sombre ou encombré), ou à des modifications des intrants (cyberattaques), pourrait provoquer un accident (Bérestégui, 2024).

Les effets négatifs de l'intégration de l'IA en milieu de travail, répertoriés ci-dessous, concernent donc principalement des répercussions sur la santé mentale et sur le bien-être psychologique des travailleuses et travailleurs.

2.2.1 Déséquilibre entre compétences actuelles et exigences professionnelles

Cramarenco et ses collègues (2023) ont effectué une revue systématique de la littérature (138 articles scientifiques publiés entre mars 2020 et mai 2023) afin d'identifier les effets des changements technologiques, notamment l'adoption de l'IA dans les milieux de travail, sur les compétences professionnelles des travailleuses et travailleurs, ainsi que sur leur bien-être. Parmi les points clés identifiés, on retrouve le fait que l'écart entre les compétences des travailleuses et travailleurs et celles requises pour les emplois liés à l'IA peut affecter négativement leur bien-être. Cet écart peut agir comme un facteur de stress et entraîner une augmentation de l'insatisfaction au travail. Également, la pression de l'apprentissage continu pour le perfectionnement des compétences peut avoir une influence négative sur le bien-être des travailleuses et travailleurs.

D'autres auteurs ont également démontré que l'IA peut contribuer à l'intensification du travail en fixant des objectifs de rendement irréalistes ou en exerçant une pression constante sur les travailleuses et travailleurs (Fisher *et al.*, 2023; Matthews *et al.*, 2024; OECD, 2024b, 2024c; Vignola *et al.*, 2023). De même, l'automatisation des tâches routinières par l'IA peut entraîner une déqualification du travail pour certains employés et employées, ce qui réduit leurs perspectives d'emploi et leur mobilité professionnelle. Il y a alors précarisation de l'emploi, avec des contrats de travail plus courts, des salaires plus bas et une absence de protection sociale. Les travailleuses et travailleurs des plateformes numériques, comme les livreurs de repas, sont particulièrement vulnérables à ces risques. Des programmes d'apprentissage flexibles peuvent toutefois faciliter les processus de perfectionnement et de requalification, permettant ainsi d'accroître la satisfaction et le rendement des employées et employés au travail.

L'influence de l'utilisation de l'IA sur le bien-être mental des travailleuses et travailleurs dépend de leur perception de son utilité pour répondre à leurs besoins psychologiques fondamentaux. Si une travailleuse ou un travailleur perçoit l'IA comme un outil utile, cela peut avoir un effet positif sur son bien-être mental. L'article de Cramarenco *et al.* (2023) met cependant en évidence la nécessité de mener des recherches supplémentaires pour mieux comprendre les répercussions de l'IA sur le bien-être des employées et employés. De plus, cet article fait ressortir le besoin de politiques et de pratiques organisationnelles qui soutiennent les travailleuses et travailleurs dans leur adaptation aux changements technologiques, afin de favoriser leur bien-être dans un environnement de travail transformé par l'IA.

2.2.2 Bien-être physique et psychologique

Le bien-être physique et psychologique des travailleuses et travailleurs œuvrant notamment avec des *cobots* gérés par l'IA est un sujet complexe et multiforme. Il est généralement influencé par un certain nombre de facteurs interdépendants, comme recensé par Storm *et al.* (2022) après l'examen de 53 articles sur le sujet. Les facteurs pouvant influencer négativement le bien-être de ces travailleuses et travailleurs sont :

- **La sécurité physique** : La sécurité physique est une préoccupation majeure pour les personnes travaillant avec les *cobots*. Il existe un risque de collisions pouvant entraîner des blessures. La recherche s'intéresse au développement de technologies pour prévenir ces collisions, comme les systèmes d'IA utilisant des barrières virtuelles et des capteurs de proximité.
- **L'ergonomie** : Les *cobots* peuvent également présenter des risques ergonomiques pour les travailleuses et travailleurs. Les mouvements répétitifs et les postures contraignantes peuvent entraîner des TMS. Une amélioration de l'ergonomie des postes de travail collaboratifs, comme la conception de trajectoires de mouvement plus ergonomiques et l'utilisation d'exosquelettes, pourrait permettre de prévenir les TMS chez ces personnes.
- **La santé mentale** : L'isolement social des personnes œuvrant avec des *cobots* est une préoccupation potentielle. Les chercheuses et chercheurs s'intéressent aux moyens de promouvoir la santé mentale de ces travailleuses et travailleurs, comme la conception d'interfaces utilisateur plus intuitives et la promotion de la communication et de la collaboration entre ces personnes et les *cobots*.
- **Les relations sociales** : L'introduction de *cobots* dans les milieux de travail peut également avoir un effet sur les relations sociales entre les travailleuses et travailleurs. Certains d'entre eux peuvent craindre de perdre leur emploi au profit des robots, tandis que d'autres peuvent se sentir isolés socialement en raison de la réduction des interactions humaines. Des moyens d'atténuer ces répercussions sociales, comme la conception de *cobots* plus « sociaux » et la promotion de la collaboration et du travail d'équipe entre les travailleuses, les travailleurs et les *cobots* sont à l'étude.

Il est essentiel de tenir compte de ces facteurs lors de la conception et de la mise en œuvre de systèmes automatisés comme des *cobots* afin de créer des milieux de travail sûrs, sains et productifs. Il faut cependant noter que la plupart des recherches sur le bien-être physique et psychologique des travailleuses et travailleurs œuvrant avec des *cobots* sont encore à un stade précoce. Davantage de recherches sont nécessaires pour comprendre pleinement les risques et les avantages potentiels de ce type de collaboration.

2.2.3 Risques psychosociaux découlant de la numérisation du travail

Gonzalez-Vazquez et ses collègues (2024) ont examiné trois principaux vecteurs de changement associés à la numérisation du travail en général (incluant l'utilisation de l'IA) : l'automatisation des tâches, la numérisation des processus de travail et la plateformesation

du travail. Dans cette synthèse des données probantes issues de recherches menées par le Joint Research Centre (JRC) de la Commission européenne et par l'European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), l'équipe de recherche a démontré que les changements entraînés par la numérisation du travail permettent généralement d'atténuer les risques physiques et ergonomiques pour les travailleuses et travailleurs. Elle a toutefois mis en évidence des risques psychosociaux importants liés à cette numérisation :

- **Intensification du travail** : La numérisation peut entraîner une intensification du travail, les employées et employés étant tenus de travailler plus rapidement et plus longtemps en raison de la surveillance et de la gestion algorithmique. Ceci est particulièrement répandu dans le travail sur plateforme, où les algorithmes sont utilisés pour attribuer les tâches et surveiller les performances, ce qui entraîne souvent des charges de travail plus importantes et de l'épuisement.
- **Diminution de l'autonomie** : L'automatisation et la numérisation peuvent réduire l'autonomie et le contrôle des travailleuses et travailleurs sur leur travail. Les technologies pilotées par les données et les algorithmes peuvent dicter le rythme de travail et les processus, laissant peu de place à la prise de décision ou à la variation individuelle. Ce manque d'autonomie peut entraîner un stress accru, une diminution de la satisfaction au travail et des problèmes de santé mentale.
- **Surveillance accrue et crainte de la surveillance** : La numérisation facilite la surveillance des travailleuses et travailleurs, ce qui soulève des problèmes de confidentialité et peut créer un sentiment constant de surveillance. Même la possibilité d'une surveillance peut entraîner de l'anxiété et du stress, les employées et employés étant préoccupés par le suivi de leur performance et de leur comportement. Certains auteurs et autrices ont d'ailleurs indiqué qu'une surveillance constante pourrait faire naître un climat de méfiance et d'aliénation au travail (Fisher *et al.*, 2023; Matthews *et al.*, 2024).
- **Isolement social et manque de soutien** : Le télétravail et le travail sur plateforme, rendus possibles par la numérisation, peuvent isoler les travailleuses et travailleurs, ce qui limite les interactions sociales et le soutien des collègues et des superviseuses ou superviseurs. Cet isolement peut entraîner de la solitude, de l'anxiété et une diminution du bien-être mental.
- **Incertitude de l'emploi et peur de la perte d'emploi** : L'essor de l'IA et de l'automatisation alimente la peur de la perte d'emploi, car les travailleuses et travailleurs craignent que les technologies ne rendent leurs compétences obsolètes ou ne les remplacent carrément. Cette incertitude quant à l'emploi peut entraîner du stress, de l'anxiété et une diminution de la motivation.
- **Manque de confiance dans la technologie** : Le manque de compréhension ou de confiance dans les technologies numériques utilisées sur le lieu de travail peut entraîner du stress, de la résistance et une réticence à adopter pleinement ces technologies. Cela est particulièrement pertinent pour les systèmes d'IA et algorithmiques, où le manque de transparence sur la façon dont ils fonctionnent peut créer de la méfiance et de l'incertitude.

Dans cette revue, Gonzalez-Vazquez *et al.* (2024) ont signalé que la présence de ces risques psychosociaux varie en fonction du type de technologies augmentées utilisées et de la manière dont celles-ci sont mises en œuvre. Ils soulignent d'ailleurs la nécessité d'une approche globale de la gestion des risques liés à la numérisation du travail, en mettant l'accent sur la consultation auprès des travailleuses et travailleurs, l'intégration des considérations de SST dès la phase de conception, et une évaluation des risques qui tient compte des contextes technologiques et organisationnels.

2.2.4 Insécurité d'emploi induite par l'IA

Les atteintes au bien-être psychologique des travailleuses et travailleurs peuvent provenir d'une forme d'insécurité d'emploi induite par l'IA, comme l'a démontré l'étude de Kim et Kim (2024). Dans cette étude, les chercheurs ont défini l'insécurité d'emploi induite par l'IA comme la « menace perçue pour la stabilité et la continuité de l'emploi en raison de l'avancement rapide et de l'intégration des technologies d'IA en milieu de travail ». Cette forme particulière d'insécurité d'emploi est caractérisée par les préoccupations des employées et employés concernant le déplacement potentiel ou la modification importante de leurs rôles en raison de l'IA et de l'automatisation. Dans leur enquête réalisée auprès de 402 travailleuses et travailleurs de diverses industries en Corée du Sud, Kim et Kim (2024) ont indiqué que, contrairement aux sources traditionnelles d'insécurité d'emploi comme les ralentissements économiques ou les restructurations organisationnelles, l'insécurité d'emploi induite par l'IA provient des progrès technologiques qui peuvent reproduire ou dépasser les capacités cognitives humaines dans diverses tâches. Selon eux, l'insécurité d'emploi induite par l'IA englobe non seulement les préoccupations relatives à la perte d'emploi, mais aussi les inquiétudes concernant l'obsolescence des compétences, la réduction de l'autonomie au travail et les changements dans le contenu du travail. Ils ont, de plus, spécifié que les ramifications de l'insécurité d'emploi induite par l'IA vont au-delà des résultats classiques associés à l'insécurité d'emploi générale, car elle peut entraîner une résistance accrue aux technologies d'IA, une diminution de la satisfaction au travail et une baisse de l'engagement organisationnel, et ainsi avoir une incidence importante sur la santé mentale des employées et employés.

3. UTILISATION DE L'IA EN AMONT

La majorité des situations d'utilisation de l'IA décrites dans les sections précédentes ont recours à des systèmes fournissant de l'information en temps réel aux travailleuses et travailleurs. Or, la technologie d'IA peut également être utilisée en dehors des interactions en temps réel, que ce soit pour anticiper des dangers et préparer des plans de gestion de la sécurité grâce à des analyses prédictives de vastes ensembles de données, pour permettre un recrutement plus efficace de personnel, favorisant alors une meilleure adéquation des candidats aux postes, pour créer des environnements immersifs, réalistes et sécuritaires pour la formation du personnel, ou encore, pour faciliter la recherche et développement afin d'accélérer les découvertes scientifiques ou d'améliorer l'efficacité des processus d'évaluation des projets et des résultats qui en découlent.

3.1 Analyse prédictive et gestion de la sécurité

L'IA est utilisée pour anticiper les dangers en analysant de vastes ensembles de données et en identifiant des tendances, des modèles et des anomalies qui pourraient indiquer des dangers. Également, l'analyse de données historiques sur les accidents et les incidents, provenant notamment de rapports d'inspection et d'images de situations dangereuses, permet de développer des modèles d'IA capables d'identifier les tendances qui peuvent mener à des accidents (Cavalcanti *et al.*, 2023; Park et Kang, 2024). Il est alors possible de reconnaître les dangers, de prédire les risques d'accident et d'améliorer la communication en matière de sécurité, permettant aux entreprises d'élaborer des plans d'urgence et des stratégies pour faire face aux incidents potentiels.

L'anticipation des dangers par l'IA permet aux organisations de passer d'une approche réactive de la sécurité à une approche proactive, où les mesures sont prises avant qu'un accident ne se produise (Park et Kang, 2024). C'est le cas lorsque les systèmes d'IA fournissent des alertes et des recommandations en temps réel, permettant aux travailleurs, travailleuses et aux superviseurs, superviseuses de prendre des mesures correctives immédiates et de créer un environnement de travail plus sûr. C'est aussi le cas lorsque les systèmes d'IA vont au-delà des alertes immédiates, qu'ils analysent les données opérationnelles pour prévoir des pannes potentielles des équipements et signaler le besoin de modifier un calendrier de maintenance, le cas échéant (Park et Kang, 2024).

D'ailleurs, une analyse issue d'une revue systématique de la littérature portant sur l'application de l'IA dans la prévention des accidents de la construction a révélé que 60 % des publications utilisaient des données proactives dans le cadre du développement de modèles, tandis que 37 % utilisaient une approche réactive et 3 % utilisaient les deux (Cavalcanti *et al.*, 2023). L'approche proactive implique l'utilisation de données recueillies avant qu'un incident ne survienne pour prévenir les accidents, comme des rapports d'inspection ou des images de situations dangereuses. En revanche, l'approche réactive

utilise des données recueillies après un événement non sécuritaire, comme des données sur les accidents ou le nombre de jours de travail perdus. Les conclusions de l'analyse suggèrent qu'il y a une tendance croissante à utiliser une approche proactive pour la prévention des accidents dans l'industrie de la construction. Cela met en évidence le passage d'une approche réactive, axée sur les analyses post-incident, à une approche proactive, axée sur la prévention des accidents avant qu'ils ne surviennent.

Par ailleurs, l'intégration de modèles de langage de grande taille (*large language model*, LLM) peut simplifier les tâches administratives et la documentation, libérant ainsi des ressources pour les aspects pratiques de la gestion de la sécurité (Lee *et al.*, 2024). De même, les LLM spécialisés dans la sécurité, notamment dans le domaine de la construction, peuvent automatiser la synthèse et l'analyse des lignes directrices et des normes de sécurité. Cela améliore les outils d'aide à la décision en matière de gestion de la sécurité pendant les phases de planification, de conception et de construction (Lee *et al.*, 2024).

3.2 Recrutement de personnel

L'IA, notamment l'apprentissage automatique, a le potentiel d'améliorer le recrutement de personnel en optimisant diverses étapes du processus. Par exemple, l'IA peut être utilisée pour identifier les candidates et candidats qui conviennent le mieux à un poste et à la culture de l'entreprise en fonction de caractéristiques telles que les valeurs, les croyances et les compétences (Shet et Nair, 2023). En analysant de grands ensembles de données, l'apprentissage automatique peut identifier des modèles et des corrélations qui ne sont pas perceptibles pour les humains, ce qui permet une meilleure adéquation des candidates et candidats aux postes. De plus, l'IA peut automatiser des tâches répétitives telles que le filtrage des CV et la présélection des candidatures, libérant ainsi les recruteuses et recruteurs pour se concentrer sur des tâches plus stratégiques. Ainsi, en plus d'augmenter l'efficacité du processus de recrutement, l'utilisation de l'IA peut aider à réduire les coûts qui y sont associés, en identifiant plus rapidement les meilleures candidatures et en réduisant le temps nécessaire pour pourvoir les postes. Enfin, bien que l'apprentissage automatique puisse perpétuer les biais existants s'il est formé sur des données biaisées, il peut également contribuer à réduire les biais humains dans un processus de recrutement en fournissant une évaluation plus objective des candidates et candidats. Par conséquent, si elle est conçue et utilisée judicieusement et avec une compréhension claire de ses capacités et de ses limites, l'IA peut aider à réduire les biais dans les processus de recrutement de personnel, en se concentrant sur les compétences et l'expérience plutôt que sur des caractéristiques démographiques (Fisher *et al.*, 2023; OECD, 2024c; Shet et Nair, 2023;).

3.3 Formation améliorée

Des systèmes faisant appel à la réalité augmentée (RA) ou à la réalité virtuelle (RV) peuvent être utilisés pour créer des environnements de formation immersifs, permettant

alors aux travailleuses et travailleurs de s'exercer à réagir à des situations dangereuses dans un environnement sécuritaire, d'acquérir des compétences et de se familiariser avec les procédures de sécurité de manière interactive et réaliste (Jiang *et al.*, 2024; Park et Kang, 2024). La RV immerge les travailleuses et travailleurs dans des scénarios réalistes, leur permettant de développer leurs compétences et leurs réflexes en matière de sécurité. La RA, quant à elle, superpose des informations numériques au monde réel, améliorant la conscience situationnelle des utilisatrices et utilisateurs et leur fournissant des instructions et des avertissements en temps réel sur les dangers.

Des environnements de RV ou de RA basés sur l'IA sont ainsi utilisés auprès des travailleuses et travailleurs pour leur permettre de s'entraîner à des scénarios réels, d'apprendre les procédures de sécurité et de développer des compétences en matière de prise de décision dans un environnement sûr et contrôlé. Grâce aux algorithmes d'IA intégrés aux systèmes de RV ou de RA, ces expériences de formation sont personnalisées en fonction des performances individuelles, fournissent une rétroaction ciblée et améliorent la rétention des connaissances (Imam *et al.*, 2023).

3.4 Études et recherche

L'IA générative a le potentiel de révolutionner la recherche, mais elle présente également des risques. En effet, l'IA peut accélérer les découvertes scientifiques et améliorer l'efficacité et le rythme de la recherche et des processus de vérification. Cependant, la technologie risque également d'être utilisée de manière abusive. Certains risques sont dus aux limites techniques de l'outil alors que d'autres sont liés à l'utilisation (intentionnelle ou non intentionnelle) de l'outil d'une manière qui nuit aux pratiques de recherche saines.

Plusieurs organismes et institutions réfléchissent à l'utilisation de l'IA générative dans un contexte universitaire ou de recherche. En examinant les résultats des réflexions de certains d'entre eux (European Commission, 2024; Université de Genève, 2024), il ressort que l'utilisation de l'IA générative peut notamment affecter la recherche sur les aspects suivants :

- **Intégrité de la recherche** : L'IA générative peut être utilisée pour créer des données de recherche falsifiées ou pour plagier des travaux existants. Cela peut nuire à l'intégrité de la recherche et soulever des questions quant à la capacité des modèles actuels à lutter contre les pratiques scientifiques trompeuses et la désinformation.
- **Biais** : Les modèles d'IA générative sont entraînés sur de vastes ensembles de données, et ces données peuvent être biaisées. Cela peut entraîner la production de résultats biaisés par l'IA, ce qui peut entraîner des conséquences négatives pour la recherche.
- **Confidentialité** : L'IA générative peut être alimentée avec des données scientifiques qui pourraient contenir des données sensibles, comme des données personnelles. Il est nécessaire de protéger la confidentialité de ces données par

une anonymisation éprouvée, surtout lorsqu'on utilise un outil d'IA générative hébergé dans des systèmes externes à l'institution de recherche.

- **Propriété intellectuelle** : L'IA générative peut être utilisée pour créer des œuvres protégées par le droit d'auteur, comme du texte, du code ou des images. Il est important de s'assurer que l'utilisation de l'IA générative dans la recherche respecte le droit d'auteur.
- **Durabilité** : L'IA générative est une technologie gourmande en énergie. Il est important de tenir compte de l'impact environnemental de l'utilisation de l'IA générative dans la recherche.

Ainsi, afin de garantir que l'IA générative soit utilisée de manière responsable dans la recherche, il est important que les chercheuses et chercheurs, les organismes de recherche et les organismes de financement de la recherche adoptent des lignes directrices pour son utilisation. D'ailleurs, le gouvernement fédéral, responsable des Conseils de recherche canadiens (CRSH, CRSNG, IRSC) et de la Fondation canadienne pour l'innovation, a récemment émis des lignes directrices sur l'utilisation de l'IA dans l'élaboration et dans l'évaluation des propositions de recherche (Gouvernement du Canada, 2024). Ces recommandations concernent les équipes de recherche, les organisations de recherche et les organismes de financement de la recherche, et portent entre autres sur la responsabilité et la transparence liées à l'utilisation de l'IA générative, sur le respect de la législation en matière de protection des données, et sur la formation continue en ce qui a trait aux meilleures pratiques et aux nouveaux développements de l'IA.

Les Fonds de recherche du Québec ont également fait part de leur position sur l'utilisation de l'IA générative dans la préparation et l'évaluation des demandes de financement (Fonds de recherche du Québec [FRQ], 2024). Bien que cette position s'arrime complètement avec les lignes directrices émises par le gouvernement du Canada, ils indiquent qu'ils demeurent attentifs à l'évolution des outils d'IA générative et qu'ils s'engagent à adapter leurs politiques et leurs pratiques afin de tenir compte des conséquences actuelles et futures sur leurs processus.

4. ENJEUX LIÉS À L'UTILISATION DE L'IA EN MILIEU DE TRAVAIL

L'utilisation de l'IA dans les entreprises présente des avantages considérables, mais elle n'est pas sans obstacle et soulève des enjeux importants qui nécessitent une attention particulière. Il est essentiel d'aborder ces préoccupations pour garantir une mise en œuvre responsable et éthique des technologies numériques pilotées par l'IA.

4.1 Confidentialité et protection des données personnelles

L'IA repose souvent sur la collecte et l'analyse de grandes quantités de données, y compris des données personnelles des employées et employés. Cela soulève des inquiétudes quant à la confidentialité et à la protection de ces données. Les organisations ou entreprises doivent garantir que les données des membres du personnel sont collectées, utilisées et stockées de manière éthique et responsable, conformément à la *Loi sur la protection des renseignements personnels* du Québec. L'utilisation généralisée des technologies associées à l'IA sur le lieu de travail, incluant les dispositifs portables, les capteurs ou autres technologies de surveillance, peut accroître les préoccupations des travailleuses et travailleurs quant à la protection de leur vie privée et au traitement de leurs données personnelles (Jiang *et al.*, 2024; Khan et Taqvi, 2023). Ils peuvent craindre que les informations recueillies soient utilisées à des fins inappropriées ou qu'elles tombent entre de mauvaises mains, les systèmes numériques étant vulnérables aux cyberattaques et aux violations de données. Les employeurs peuvent se sentir interpellés par les risques liés aux violations de données, ce qui nécessite du temps et des efforts pour les gérer.

4.2 Surveillance du personnel

De nombreux systèmes d'IA servant à prévenir des accidents en milieu de travail recourent à des dispositifs permettant d'analyser en temps réel des informations provenant d'objets connectés. Ces dispositifs fonctionnent grâce à des capteurs environnementaux (par exemple : caméra de surveillance, détecteur de gaz) ou individuels (par exemple : EPI connecté effectuant des mesures régulières de données biométriques). Bien que l'utilisation de tels systèmes vise d'abord la protection des travailleuses et travailleurs, l'IA pourrait être utilisée pour les surveiller de manière intrusive, en suivant leurs activités, leurs mouvements et leurs communications. De fait, l'atteinte de l'équilibre entre la surveillance ayant pour but d'améliorer la SST et celle visant à contrôler le personnel représente un défi tant pour les employeurs que pour les travailleuses et travailleurs (Fisher *et al.*, 2023; Matthews *et al.*, 2024).

4.3 Biais algorithmiques

Les algorithmes d'IA sont entraînés à partir de très grands ensembles de données. Si ceux-ci ne représentent pas adéquatement la diversité des travailleuses et travailleurs, les

algorithmes d'IA peuvent refléter et amplifier les biais existants dans ces données (Côté et Su, 2021). Cela peut entraîner des décisions discriminatoires en matière de recrutement, de promotion, d'évaluation des performances, d'attribution des tâches et même d'exposition aux risques pour certains groupes de travailleuses ou travailleurs. Par exemple, un algorithme de recrutement formé sur des données historiques biaisées pourrait systématiquement désavantager les femmes ou les minorités visibles. De même, un système d'IA utilisé pour surveiller la productivité pourrait pénaliser injustement les travailleuses et travailleurs ayant des limitations fonctionnelles (Fisher *et al.*, 2023; Matthews *et al.*, 2024; OECD, 2024c; Vignola *et al.*, 2023). Enfin, un algorithme de sécurité connecté à un système de vision artificielle et formé sur des données majoritairement caucasiennes pourrait ne pas reconnaître les teints foncés, augmentant ainsi le risque de blessures pour les travailleuses et travailleurs noirs, autochtones ou de couleur (Fisher *et al.*, 2023).

Étant donné que les systèmes d'IA peuvent présenter des biais algorithmiques, hérités des données sur lesquelles ils sont formés, les travailleuses et travailleurs doivent faire preuve d'innovation pour identifier et corriger ces biais, en utilisant leur jugement critique et leur compréhension du contexte. D'ailleurs, la nécessité de surmonter les biais algorithmiques met en évidence l'importance du rôle humain dans le développement et l'utilisation responsables de l'IA. Les organisations doivent s'efforcer d'atténuer les biais algorithmiques, en veillant à ce que les ensembles de données soient diversifiés et représentatifs, en utilisant des techniques d'équité algorithmique et en se rappelant que l'IA n'est qu'un outil.

4.4 Confiance, transparence et fiabilité

La complexité de certains algorithmes d'IA, notamment ceux basés sur l'apprentissage profond, rend difficile, voire impossible, la compréhension de leur fonctionnement en raison de leur processus de décision extrêmement compliqué. Certains systèmes d'IA sont opaques et difficiles à comprendre pour les travailleuses et travailleurs. Ils ne savent pas toujours comment les algorithmes prennent des décisions, ce qui peut créer un sentiment d'injustice et d'impuissance. Or, les travailleuses et travailleurs doivent avoir confiance dans l'exactitude et dans la sécurité des données des outils d'IA pour les utiliser régulièrement. Il est donc important de développer des systèmes d'IA transparents et explicables pour garantir la confiance et l'acceptabilité du personnel (Côté et Su, 2021).

Les algorithmes d'IA apprennent à partir de vastes ensembles de données afin d'améliorer leur précision et leur fiabilité au fil du temps. Or, la qualité de cet apprentissage dépend de la qualité des données qui sont collectées afin de valider les modèles d'IA. Par exemple, les technologies de vision par ordinateur combinées à l'IA pour créer des systèmes anticollision, utilisés notamment dans des mines souterraines, doivent démontrer robustesse et fiabilité (Imam *et al.*, 2023). Le dysfonctionnement des capteurs installés sur ces systèmes, causé par des dommages mécaniques ou des conditions environnementales hostiles, peut générer des incertitudes et entraîner des

données inexactes ou manquantes (Sharma et Maity, 2024). Cette situation peut compromettre la capacité du système anticollision à identifier avec précision les dangers, entraînant ainsi des risques accrus pour la sécurité.

Ces limites (ou faiblesses) de l'IA peuvent cependant avoir un effet stimulant sur la créativité démontrée par des membres du personnel. À partir d'une revue de la littérature incluant 65 articles scientifiques, Zifar (2023) a mis en évidence des façons dont les faiblesses de l'IA ont incité les employées et employés à innover et à trouver des solutions créatives pour compenser les limites de la technologie. Par exemple, des erreurs commises par des systèmes d'IA peuvent pousser des travailleuses et travailleurs à trouver des solutions de contournement et à innover pour assurer le bon fonctionnement des processus. La crainte de se faire remplacer par des systèmes d'IA peut également motiver le personnel à innover et à acquérir de nouvelles compétences pour rester compétitif sur le marché du travail, les poussant ainsi à se perfectionner et à trouver des moyens de se démarquer. Ces observations sont d'ailleurs en constante évolution, compte tenu des progrès rapides et constants de l'IA.

Une approche méthodologique appelée **IA de confiance** a d'ailleurs récemment été proposée par le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM) afin d'améliorer le développement responsable en intégrant des principes éthiques, de fiabilité et de conformité légale dès la conception et tout au long du cycle de vie des systèmes d'IA (CRIM, 2024). Cette approche vise à éviter les solutions correctives *post hoc* et à assurer que les systèmes d'IA soient non seulement performants, mais aussi fiables, robustes et respectueux des valeurs sociétales. Pour ce faire, l'IA de confiance repose sur trois principes fondamentaux : l'utilisabilité, l'éthique et la légalité. L'utilisabilité assure que le système est efficace et satisfaisant pour les utilisatrices et utilisateurs, l'éthique guide les comportements selon des principes moraux, tandis que la légalité garantit le respect des lois et réglementations applicables. Ces principes sont déclinés en huit qualités (ou dimensions) clés : fiabilité, robustesse, sécurité et confidentialité, responsabilité et supervision, durabilité, équité, reproductibilité et traçabilité, et explicabilité. Ces qualités sont des balises pratiques pour orienter à la fois la conception, le développement et les opérations des systèmes d'IA. En somme, l'IA de confiance ne se limite pas à une série de mesures techniques, mais à une approche globale qui vise à intégrer les valeurs éthiques, les exigences légales et les principes de qualité tout au long du cycle de développement des systèmes d'IA.

4.5 Résistance au changement

Les organisations et les travailleuses et travailleurs peuvent être réticents à adopter de nouvelles technologies et à changer leurs méthodes de travail établies (Jiang *et al.*, 2024; Park et Kang, 2024). Cette résistance peut provenir d'un manque de compréhension des avantages des systèmes d'IA, de la peur de perdre son emploi ou d'un sentiment général de méfiance à l'égard de ces systèmes. De plus, dans certains contextes où les travailleuses et travailleurs sont invités à appuyer leurs décisions sur une analyse

effectuée par l'IA (par exemple : en situation clinique), la difficulté à comprendre le raisonnement qui sous-tend l'information fournie par l'IA peut ralentir l'adoption de la technologie (Chan *et al.*, 2022).

L'adoption d'outils d'IA est toutefois influencée par une variété de facteurs, tant d'ordre individuel qu'organisationnel (Prasad et De, 2024) :

- Une perception favorable de la part du personnel sur la facilité d'utilisation et l'utilité des outils d'IA;
- Une confiance réelle dans l'exactitude des données ainsi que dans la fiabilité et la sécurité de ces outils;
- Une amélioration tangible de la performance pour les employées et employés;
- Un soutien organisationnel important accompagné d'une culture qui valorise l'innovation;
- Une communication claire sur les avantages, les risques et les implications éthiques des outils d'IA;
- Un apprentissage en continu;
- Un engagement à s'adapter au changement.

Il est important de noter que l'adoption des outils d'IA est un processus continu qui nécessite une approche réfléchie et adaptative. Les organisations doivent tenir compte des facteurs mentionnés ci-dessus, ainsi que des besoins et des préoccupations spécifiques des membres de leur personnel, pour assurer une adoption réussie et bénéfique pour tous.

4.6 Écart technologique

Le niveau de développement des technologies numériques a une incidence significative sur la capacité d'une organisation à intégrer l'IA dans ses opérations afin d'améliorer la santé et la sécurité de ses employées et employés. Les petites et moyennes entreprises, en particulier, peuvent avoir plus de difficulté à accéder aux technologies de pointe en raison de contraintes financières ou d'un manque de compétences et de connaissances nécessaires pour implanter et utiliser ces technologies. En effet, les modèles d'apprentissage utilisés en IA nécessitent de grands ensembles de données de haute qualité pour un entraînement efficace. L'acquisition et l'annotation de ces ensembles de données peuvent prendre beaucoup de temps et coûter cher, sans compter que leur utilisation nécessite souvent une expertise spécialisée. Enfin, le manque de compatibilité des technologies numériques dont l'IA, avec les équipements existants, peut constituer un obstacle à l'implantation de systèmes intelligents, notamment en milieu manufacturier (Jiang *et al.*, 2024, Matos *et al.*, 2024, Park et Kang, 2024, Pasman et Behie, 2024).

4.7 Exacerbation des inégalités existantes

L'utilisation croissante de l'IA au travail soulève des questions importantes quant à son effet sur l'équité en matière de SST (Fisher *et al.*, 2023; Matthews *et al.*, 2024). L'IA risque d'exacerber les inégalités existantes en matière de SST en touchant de manière disproportionnée les travailleuses et travailleurs les plus vulnérables, comme les femmes, les minorités visibles, les travailleuses et travailleurs peu qualifiés ou âgés. Ces groupes sont souvent surreprésentés dans les emplois les plus exposés à l'automatisation, et ont moins accès aux formations et aux compétences nécessaires pour s'adapter aux nouvelles technologies (Fisher *et al.*, 2023; OECD, 2024b, 2024c; Vignola *et al.*, 2023;). L'IA peut à la fois promouvoir et entraver l'équité en SST. Il est essentiel de comprendre comment l'IA est développée, appliquée et évaluée afin d'atténuer les risques et de garantir une distribution équitable des avantages de l'IA pour tous les travailleurs et travailleuses.

4.8 Absence de normes

Dans l'industrie manufacturière, les études recensées font état de défis liés à la mise en œuvre de l'IA dans la sécurité, dont le besoin de protocoles normalisés et de cadres de gouvernance de l'IA afin de garantir que les technologies de l'IA sont utilisées de manière responsable et efficace. L'absence de normes communes pour l'utilisation de l'IA et des technologies numériques rend également difficile l'intégration de différents systèmes et l'échange de données (Park et Kang, 2024). Par exemple, la signification des robots (*cobots*) en milieu de travail doit être clairement définie, ainsi que les rôles et les responsabilités qui leur sont associés. Il faut déterminer les types de décisions que les robots peuvent prendre, les certifications requises et la responsabilité en cas de dysfonctionnement (Al Mubarak, 2023).

Pour favoriser le développement et l'application de systèmes d'IA dignes de confiance, une terminologie commune est nécessaire pour décrire les problèmes ou les défaillances de ces systèmes afin qu'ils puissent être observés, documentés, signalés et que l'on puisse en tirer des leçons (OECD, 2023). Ces événements peuvent être désignés par le terme émergent d'« incidents liés à l'IA ». L'adoption d'une définition commune d'un incident lié à l'IA et d'autres termes clés peut faciliter l'interopérabilité entre divers cadres stratégiques qui cherchent à surveiller l'IA en tant que technologie mondiale (OECD, 2023). Des normes sont également requises pour encadrer la conception et le déploiement de systèmes d'IA dans les environnements de travail. Des lois et des règlements clairs sont aussi nécessaires pour régir l'utilisation de l'IA, la protection des données, la cybersécurité et les implications éthiques qui en découlent. Plusieurs acteurs réfléchissent déjà à la question de l'encadrement de l'IA, que ce soit dans la société en général ou plus spécifiquement dans les milieux de travail.

Au gouvernement fédéral, un site internet est dédié à l'utilisation responsable de l'IA où l'on indique, entre autres, les principes directeurs pour l'utilisation de l'IA au

gouvernement⁵. Au Québec, un regroupement de chercheuses et chercheurs pluridisciplinaire et interuniversitaire ont publié la *Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'IA* en poursuivant trois objectifs : 1) élaborer un cadre éthique pour le développement et le déploiement de l'IA; 2) orienter la transition numérique afin que toutes et tous puissent bénéficier de cette révolution technologique et 3) ouvrir un espace de dialogue national et international pour réussir collectivement un développement inclusif, équitable et écologiquement soutenable de l'IA (Déclaration de Montréal, 2025).

Le Conseil de l'innovation du Québec (CIQ) a par ailleurs entamé, en 2023, une réflexion collective sur l'encadrement de l'IA. En janvier 2024, le CIQ a publié un rapport faisant état de cette réflexion, dans lequel 12 recommandations ont été émises afin de se préparer pour un avenir transformé par l'IA (CIQ, 2024). Cette recherche d'encadrement nécessite une collaboration entre les gouvernements, les organismes de réglementation, les entreprises, et les chercheuses et chercheurs, afin de créer un cadre juridique et réglementaire robuste qui favorise l'innovation tout en protégeant les intérêts des travailleuses, des travailleurs et de la société.

4.9 Responsabilité et imputabilité

Au fur et à mesure que la technologie progresse et que l'IA devient plus autonome, il deviendra de plus en plus difficile de déterminer l'imputabilité ou la responsabilité des décisions et actions prises par ces systèmes intelligents à la suite d'un incident. Les incidents liés à l'IA sont définis comme étant des événements où le développement ou l'utilisation d'un système d'IA entraîne des préjudices (OECD, 2024a).

Un incident lié à l'IA est un événement, une circonstance ou une série d'événements où le développement, l'utilisation ou le dysfonctionnement d'un ou de plusieurs systèmes d'IA entraîne directement ou indirectement un préjudice, qu'il s'agisse d'une blessure ou d'un dommage à la santé d'une personne ou d'un groupe de personnes, d'une violation des droits d'une travailleuse ou d'un travailleur, ou d'un manquement aux obligations en vertu des lois visant à protéger les droits fondamentaux, les droits du travail ou ceux de la propriété intellectuelle. Ces préjudices peuvent être de nature physique ou psychologique lorsqu'il s'agit de SST.

Enfin, un incident lié à l'IA peut entraîner plusieurs types de préjudices simultanément. Par exemple, un incident impliquant un véhicule autonome pourrait causer des préjudices physiques aux passagères et passagers, des dommages matériels au véhicule et un préjudice psychologique aux personnes impliquées (OECD, 2024a).

⁵ <https://www.canada.ca/fr/gouvernement/systeme/gouvernement-numerique/innovations-gouvernementales-numeriques/utilisation-responsable-ai.html>

5. PISTES DE RECHERCHE

À la lumière de cet état des lieux, on peut constater que le recours à l'IA est en progression alors que l'insuffisance de connaissances permettant d'offrir un milieu de travail sain et sécuritaire à tout le personnel est manifeste. Il est donc important d'accroître la recherche en ce domaine, soit pour optimiser les solutions technologiques pilotées par l'IA et qui permettent d'améliorer la SST, soit pour assurer l'implantation de systèmes d'IA en entreprise de façon à minimiser les effets négatifs sur l'ensemble du personnel.

Les recherches futures visant à identifier les risques et à prévenir les atteintes à l'intégrité physique et psychique des travailleuses et travailleurs œuvrant dans des environnements où l'IA est implantée pourraient notamment s'orienter comme suit :

- Concevoir et optimiser des systèmes de détection des risques ou de gestion de la SST intégrant des technologies guidées par l'IA;
- Développer des équipements pilotés par l'IA plus ergonomiques et adaptés aux besoins des travailleuses et travailleurs, en mettant l'accent sur ces exigences dès leur phase de conception : interfaces utilisateur conviviales, personnalisation des dispositifs en fonction des tâches spécifiques et prise en compte des facteurs humains;
- Concevoir des systèmes d'IA adaptés à une grande variété d'EPI incluant les casques et gilets de sécurité, ainsi que les protections respiratoires, oculaires ou auditives;
- Mettre au point des processus d'implantation de technologies numériques intelligentes permettant :
 - d'opter pour un transfert graduel du contrôle des équipements vers les systèmes d'IA de manière à garder suffisamment de supervision humaine sur les opérations, en attendant que les systèmes aient atteint un niveau de maturité démontrant une fiabilité et une robustesse adéquates;
 - d'adapter le degré d'autonomie des machines de toute nature au contexte dans lequel elles doivent opérer;
- Développer des méthodes performantes pour évaluer, prévenir et gérer les risques liés à l'utilisation de l'IA, adaptées à chaque milieu de travail et à chaque secteur d'activité, notamment en se concentrant sur la création de nouveaux cadres d'évaluation des risques, sur l'intégration de l'IA dans les systèmes de surveillance de risques et sur l'élaboration de protocoles de réponse aux incidents liés aux technologies numériques;
- Valider l'efficacité des solutions et des interventions basées sur l'IA pour s'assurer qu'elles sont mises en œuvre de manière responsable;
- Identifier et étudier les risques émergents associés à l'adoption de l'IA comme la dépendance technologique, les cyberattaques et les problèmes de confidentialité

des données afin de proposer des stratégies et des solutions pour les prévenir et les atténuer;

- Explorer les moyens de créer des plateformes numériques intégrées qui facilitent la communication entre les systèmes, la collecte et l'analyse des données provenant de différentes sources, et la gestion centralisée des informations de SST;
- Évaluer les façons d'offrir de la formation continue efficace et adaptée aux changements rapides provoqués par la mise en place de systèmes d'IA dans les entreprises et déterminer comment celles-ci peuvent prévenir la fatigue, mentale ou physique, associée aux demandes parfois répétées de perfectionnement et de requalification chez leur personnel;
- Examiner les approches permettant d'accompagner les travailleuses et travailleurs qui doivent se réorienter ou modifier leurs tâches à la suite de l'implantation de technologies liées à l'IA;
- Analyser les facteurs qui influencent l'acceptation des travailleuses et travailleurs, tels que la perception de l'utilité, la facilité de l'utilisation, la confiance dans la technologie et les préoccupations relatives à la confidentialité;
- Examiner l'influence de la culture d'entreprise sur l'acceptation des technologies numériques par les travailleuses et travailleurs, notamment en étudiant comment les organisations peuvent créer un environnement qui favorise l'adoption de ces technologies grâce à la confiance qu'elles dégagent, à l'implication des employées et employés, ainsi qu'à la qualité de la formation offerte;
- Étudier les effets de l'implantation de systèmes d'IA sur la santé physique ou psychologique du personnel de direction et des gestionnaires qui pilotent ces transformations numériques et qui jouent un rôle décisif dans l'acquisition de ces équipements ainsi que dans l'adaptation de leurs employées et employés;
- Approfondir la compréhension des effets des technologies numériques dont l'IA sur la gestion de la SST dans divers milieux de travail, en explorant les liens entre les politiques gouvernementales, la culture d'entreprise et l'adoption de technologies numériques pour la SST.

CONCLUSION

Le présent état de la question a principalement été préparé à partir d'articles de synthèse publiés sur une période assez courte, de 2022 à 2024. Les connaissances issues des études publiées depuis cette période ou de celles qui n'avaient pas été incluses dans les articles de synthèse consultés n'ont donc pas été considérées. Malgré cette limite, il apparaît clairement de la littérature consultée que l'IA est un outil qui entraîne une transformation importante de la nature du travail et qui crée de nouvelles possibilités d'innovation. Son influence sur la SST dépend toutefois de la manière dont elle est développée, mise en œuvre et réglementée. Il est donc essentiel de poursuivre la recherche dans ce domaine pour mieux comprendre les changements causés par l'arrivée de l'IA en milieu de travail et pour libérer tout le potentiel de ces nouvelles technologies afin d'améliorer la santé et la sécurité des travailleuses et travailleurs.

Outre leurs travaux de recherche, les scientifiques œuvrant dans le domaine de la SST seront appelés à participer à l'établissement de normes et de standards pour la conception, l'implantation et l'utilisation de l'IA dans les milieux de travail afin d'assurer la santé et la sécurité des travailleuses et travailleurs, tout en maximisant la performance des équipements intelligents. Ils seront également invités à collaborer avec les gouvernements, les organismes de réglementation et les entreprises afin de créer un cadre juridique et réglementaire robuste favorisant l'innovation tout en protégeant les intérêts des travailleuses et travailleurs, ainsi que ceux de la société.

Étant donné son engagement dans la recherche appliquée en SST, l'IRSST se met à la disponibilité des partenaires du monde du travail pour contribuer à l'amélioration de l'utilisation de l'IA en SST et pour participer au développement de la recherche dans ce domaine.

BIBLIOGRAPHIE

- Al Mubarak, M. (2023). Sustainably developing in a digital world: Harnessing artificial intelligence to meet the imperatives of work-based learning in Industry 5.0. *Development and Learning in Organizations*, 37(3), 18-20. <https://dx.doi.org/10.1108/DLO-04-2022-0063>
- Bérastégui, P. (2024). *Artificial intelligence in industry 4.0: Implications for occupational safety and health* (Rapport n° 2024.01). ETUI. https://www.etui.org/sites/default/files/2024-05/Artificial%20intelligence%20in%20Industry%204.0-Implications%20for%20occupational%20safety%20and%20health_2024.pdf
- Busque, M.-A., Lebeau, M., Tremblay, M.-A., Boucher, A. et Duguay, P. (2022). *Portrait statistique des lésions professionnelles indemnisées au Québec en 2015-2016* (Rapport n° S-1150-fr). IRSST. <https://pharesst.irsst.qc.ca/cqj/viewcontent.cqj?article=1001&context=stats>
- Cavalcanti, M., Lessa, L. et Vasconcelos, B. M. (2023). Construction accident prevention: A systematic review of machine learning approaches. *Work*, 76(2), 507-519. <https://dx.doi.org/10.3233/WOR-220533>
- Centre de recherche informatique de Montréal. (2024). *L'IA de confiance : des principes à la pratique : une approche méthodologique pour intégrer l'éthique et la transparence à l'ère de l'intelligence artificielle*. CRIM. <https://www.crim.ca/fr/>
- Chan, V. C. H., Ross, G. B., Clouthier, A. L., Fischer, S. L. et Graham, R. B. (2022). The role of machine learning in the primary prevention of work-related musculoskeletal disorders: A scoping review. *Applied Ergonomics*, 98, article 103574. <https://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103574>
- Conseil de l'innovation du Québec. (2024). *Prêt pour l'IA : répondre au défi du développement et du déploiement responsables de l'IA au Québec*. CIQ. https://conseilinnovation.quebec/wp-content/uploads/2024/02/Rapport_IA_CIQ-1.pdf
- Coser O., Tamantini, C., Soda, P. et Zollo, L. (2024). AI-based methodologies for exoskeleton-assisted rehabilitation of the lower limb: A review. *Frontiers in Robotics and AI*, 11, article 1341580. <https://doi.org/10.3389/frobt.2024.1341580>
- Côté, A.-M. et Su, Z. (2021). Évolutions de l'intelligence artificielle au travail et collaborations humain-machine. *Ad machina*, (5), 144-160. <https://doi.org/10.1522/radm.no5.1413>

- Cramarenco, R. E., Burcă-Voicu, M. I. et Dabija, D. C. (2023). The impact of artificial intelligence (AI) on employees' skills and well-being in global labor markets: A systematic review. *Oeconomia Copernicana*, 14(3), 731-767. <https://dx.doi.org/10.24136/oc.2023.022>
- Déclaration de Montréal. (2025). La Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'intelligence artificielle. Déclaration de Montréal. <https://declarationmontreal-iaresponsable.com/la-declaration/>
- Egwim, C. N., Alaka, H., Demir, E., Balogun, H., Olu-Ajayi, R., Sulaimon, I., . . . Muideen, A. A. (2024). Artificial intelligence in the construction industry: A systematic review of the entire construction value chain lifecycle. *Energies*, 17(1), article 182. <https://doi.org/10.3390/en17010182>
- Escorpizon, R., Theotokatos, G. et Tucker, C. A. (2024). A scoping review on the use of machine learning in return-to-work studies: Strengths and weaknesses. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 34, 71-86. <https://doi.org/10.1007/s10926-023-10127-1>
- European Commission. (2024). *Living guidelines on the responsible use of generative AI in research: An ERA Forum stakeholders' document*. European Commission. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/2b6cf7e5-36ac-41cb-aab5-0d32050143dc_en?filename=ec_rtd_ai-guidelines.pdf
- Fisher, E., Flynn, M. A., Pratap, P. et Vietas, J. A. (2023). Occupational safety and health equity impacts of artificial intelligence: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(13), article 6221. <https://dx.doi.org/10.3390/ijerph20136221>
- Fonds de recherche du Québec. (2024). *Position sur l'utilisation de l'intelligence artificielle générative dans les processus des Fonds de recherche du Québec*. FRQ. <https://frq.gouv.qc.ca/position-sur-lutilisation-de-lintelligence-artificielle-generative-dans-les-processus-des-fonds-de-recherche-du-quebec-frqnt-frqs-frqsc/>
- González Vázquez, I., Curtarelli, M., Anyfantis, I., Brun, E. et Starren, A. (2024). *Digitalisation and workers wellbeing: The impact of digital technologies on work-related psychosocial risks*. European Commission. https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Joint-JRC-Digitalisation-PSR_EN.pdf
- Gouvernement du Canada. (2024). *Lignes directrices sur l'utilisation de l'intelligence artificielle dans l'élaboration et l'évaluation des propositions de recherche*. Gouvernement du Canada. <https://science.gc.ca/site/science/fr/financement-interorganismes-recherche/politiques-lignes-directrices/lutilisation-lintelligence-artificielle-generative-dans-lelaboration-levaluation-propositions/lignes-directrices-lutilisation-lintelligence-artificielle-dans-lelaboration>

- Institut du Québec. (2025). *Répercussions de l'automatisation et de l'IA sur la main-d'œuvre au Québec : quels sont les travailleurs et travailleuses les plus vulnérables?* IDQ. <https://institutduquebec.ca/content/publications/repercussions-de-l-automatisation-et-de-l-ia-sur-la-main-d-oeuvre-au-quebec/idq-202501-ia.pdf>
- Imam, M., Bařna, K., Tabii, Y., Ressami, E. M., Adlaoui, Y., Benzakour, I. et Abdelwahed, E. H. (2023). The future of mine safety: A comprehensive review of anti-collision systems based on computer vision in underground mines. *Sensors*, 23(9), article 4294. <https://dx.doi.org/10.3390/s23094294>
- Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. (2022). *L'intelligence artificielle au service de la santé et sécurité au travail : enjeux et perspectives à l'horizon 2035*. INRS.
- Jiang, L., Zhang, J. et Wong, Y. D. (2024). Digital technology in occupational health of manufacturing industries: A systematic literature review. *Discover Applied Sciences*, 6(12), article 631. <https://doi.org/10.1007/s42452-024-06349-4>
- Khan, N. et Taqvi, S. A. A. (2023). Machine learning an intelligent approach in process industries: A perspective and overview. *ChemBioEng Reviews*, 10(2), 195-221. <https://dx.doi.org/10.1002/cben.202200030>
- Kim, B.-J. et Kim, M.-J. (2024). How artificial intelligence-induced job insecurity shapes knowledge dynamics: The mitigating role of artificial intelligence self-efficacy. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), article 100590. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100590>
- Kumar, S., Poyyamozi, M., Murugesan, B., Rajamanickam, N., Alroobaea, R. et Nureldeen, W. (2024). Investigation of unsafe construction site conditions using deep learning algorithms using unmanned aerial vehicles. *Sensors*, 24(20), article 6737. <https://doi.org/10.3390/s24206737>
- Lee, J., Ahn, S., Kim, D. et Kim, D. (2024). Performance comparison of retrieval-augmented generation and fine-tuned large language models for construction safety management knowledge retrieval. *Automation in Construction*, 168, article 105846. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105846>
- Liu, J., Luo, H. et Liu, H. (2022). Deep learning-based data analytics for safety in construction. *Automation in Construction*, 140, article 104302. <https://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104302>
- Matos, L. M., Dias, P., Matta, A., Machado, D., Sampaio, R., Pilastrri, A. et Cortez, P. (2024). Proactive prevention of work-related musculoskeletal disorders using a motion capture system and time series machine learning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 138, article 109353. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.109353>

- Matthews, G., Cumings, R., De Los Santos, E. P., Feng, I. Y. et Mouloua, S. A. (2024). A new era for stress research: Supporting user performance and experience in the digital age. *Ergonomics*. <https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2425953>
- Mehdi, T. et Morissette, R. (2024). *Estimations expérimentales de l'exposition professionnelle potentielle à l'intelligence artificielle au Canada*. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/11f0019m/11f0019m2024005-fra.pdf?st=3Rv1IMdM>
- Organisation for Economic Co-Operation and Development. (2023). *Stocktaking for the development of an AI incident definition*. OECD.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development. (2024a). *Defining AI incidents and related terms*. OECD.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development. (2024b). *Using AI in the workplace: Opportunities, risks and policy responses*. OECD.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development. (2024c). *Who will be the workers most affected by AI? A closer look at the impact of AI on women, low-skilled workers and other groups*. OECD.
- Park, J. et Kang, D. (2024) Artificial intelligence and smart technologies in safety management: A comprehensive analysis across multiple industries. *Applied Sciences*, 14(24), article 11934. <https://doi.org/10.3390/app142411934>
- Pasman, H. et Behie, S. W. (2024). The evolution to Industry 5.0 / Safety 5.0, the developments in society, and implications for industry management. *Journal of Safety and Sustainability*, 1(4), 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.isasus.2024.11.003>
- Prasad, K. D. V. et De, T. (2024). Generative AI as a catalyst for HRM practices: Mediating effects of trust. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), article 1362. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03842-4>
- Rasa, A. R. (2024). Artificial intelligence and its revolutionary role in physical and mental rehabilitation: A review of recent advancements. *BioMed Research International*. <https://doi.org/10.1155/bmri/9554590>
- Roggio, F., Trovato, B., Sortino, M. et Musumeci, G. (2024). A comprehensive analysis of the machine learning pose estimation models used in human movement and posture analyses: A narrative review. *Heliyon*, 10(21), article e39977. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39977>

- Sharma, M. et Maity, T. (2024). Review on machine learning-based underground coal mines gas hazard identification and estimation techniques. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 31(1), 371-388. <https://dx.doi.org/10.1007/s11831-023-09982-1>
- Shet, S. et Nair, B. (2023). Quality of hire: Expanding the multi-level fit employee selection using machine learning. *International Journal of Organizational Analysis*, 31(6), 2103-2117. <https://doi.org/10.1108/IJOA-06-2021-2843>
- Storm, F. A., Chiappini, M., Dei, C., Piazza, C., André, E., Reißner, N., . . . Reni, G. (2022). Physical and mental well-being of cobot workers: A scoping review using the Software-Hardware-Environment-Liveware-Liveware-Organization model. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 32(5), 419-435. <https://dx.doi.org/10.1002/hfm.20952>
- Tu, X., Li, M., Liu, M., Si, J. et Huang, H. H. (2021). A data-driven reinforcement learning solution framework for optimal and adaptive personalization of a hip exoskeleton. Dans *2021 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2021)*, Xi'an, China, 30 May-5 June 2021 (p. 10610-10616), IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRA48506.2021.9562062>
- Université de Genève. (2024). *Intelligence artificielle générative : guide à l'intention de la communauté universitaire*. Université de Genève. [https://www.unige.ch/numerique/files/8317/2587/9842/Rapport IA Generatives - UNIGE - SEPTEMBRE 2024 15.556 x 22 cm.pdf](https://www.unige.ch/numerique/files/8317/2587/9842/Rapport_IA_Generatives_-_UNIGE_-_SEPTEMBRE_2024_15.556_x_22_cm.pdf)
- Vignola, E. F., Baron, S., Abreu Plasencia, E., Hussein, M. et Cohen, N. (2023). Workers' health under algorithmic management: Emerging findings and urgent research questions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), article 1239. <https://dx.doi.org/10.3390/ijerph20021239>
- Vukicevic, A. M., Petrovic, M., Milosevic, P., Peulic, A., Jovanovic, K. et Novakovic, A. (2024). A systematic review of computer vision-based personal protective equipment compliance in industry practice: Advancements, challenges and future directions. *Artificial Intelligence Review*, 57(12), article 319. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10978-x>
- Zirar, A. (2023). Can artificial intelligence's limitations drive innovative work behaviour? *Review of Managerial Science*, 17(6), 2005-2034. <https://dx.doi.org/10.1007/s11846-023-00621-4>