

Consultation sur la transformation des milieux de travail par le numérique

Mémoire déposé auprès du ministère du Travail
Gouvernement du Québec

26 janvier 2025

PRÉSENTATION DE L'IRSST

Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme scientifique reconnu pour l'expertise et le *leadership* de son personnel (environ 150 personnes), pour son réseau de collaboratrices et collaborateurs scientifiques à l'externe (plus de 200 chercheuses et chercheurs, boursières et boursiers) ainsi que pour la qualité de ses travaux.

L'Institut est une corporation sans but lucratif dont le conseil d'administration est composé d'un nombre égal de représentants d'employeurs et de travailleurs. La Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST) lui fournit la majeure partie de son financement, à même les cotisations qu'elle perçoit des employeurs.

L'IRSST est une organisation unique en son genre, cumulant les fonctions de centre de recherche, de fonds subventionnaire, de laboratoires et de centre de liaison et de transfert. L'Institut profite des synergies entre ces divers leviers pour maximiser son impact et ainsi réaliser pleinement sa mission :

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.

Il est à noter qu'avec un budget de l'ordre de 32 M\$, l'IRSST constitue l'unique organisme scientifique entièrement consacré à la santé et à la sécurité du travail au Québec. Il exerce son influence autant dans les milieux scientifiques que dans le monde du travail.

CHOIX DE LA THÉMATIQUE ABORDÉE

En vertu de sa mission, orientée vers la recherche et la mobilisation des connaissances en matière de santé et de sécurité du travail (SST), l'IRSST a choisi de répondre aux questions associées au 3^e thème faisant l'objet de la présente consultation soit « Encadrement de l'intelligence artificielle par les lois du travail ». Plus spécifiquement, ce mémoire fait état des effets sur la SST de l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) en milieu de travail, en tentant de répondre aux questions suivantes :

- L'utilisation de l'IA en milieu de travail affecte-t-elle la SST? Si oui, de quelles manières?
- Quels sont les principaux enjeux liés à l'encadrement de l'utilisation de l'IA en milieu de travail?
- Sans égard aux lois existantes, quels moyens les employeurs et les travailleuses et travailleurs (y compris leurs représentants) pourraient-ils déployer pour favoriser une utilisation appropriée de l'IA dans leur milieu de travail?

Une recherche bibliographique dans Scopus a fait ressortir une trentaine d'articles, 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. L'information retenue pour les besoins du mémoire inclut également des documents, rapports ou études publiés par des organismes dédiés à la SST ou au monde du travail (par exemple : 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]).

EXPOSÉ GÉNÉRAL

Introduction

L'intelligence artificielle (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, 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 » (INRS, 2022). L'intelligence augmentée se distingue de l'IA en mettant l'accent sur la collaboration humain-machine. Elle vise à libérer les travailleuses et travailleurs de tâches répétitives, dangereuses ou sujettes aux erreurs, leur permettant ainsi d'apporter leurs compétences humaines de jugement, d'interprétation et d'empathie à des décisions plus complexes (Côté et Su, 2021).

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 l'IA 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. Contrairement à l'industrie 4.0, qui privilégie l'automatisation et l'efficacité, l'industrie 5.0 vise à intégrer l'intelligence humaine dans les processus de fabrication, favorisant ainsi des interactions harmonieuses entre l'homme 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 humains et des technologies avancées.²

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

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

² https://www.spectraltms.com/blog/industrie-5.0?utm_source=chatgpt.com

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 (Egwin *et al.*, 2024; 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).

L'IA et les milieux de travail

Une recension de plusieurs articles traitant de l'impact de l'IA sur le 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; Egwin *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 des clients, libérant ainsi les agentes 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 humaines. Par exemple, dans le domaine de la santé, les chirurgiennes et chirurgiens peuvent utiliser des robots assistés par l'IA pour effectuer des interventions chirurgicales 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 employés et employées. Par exemple, les systèmes d'IA peuvent filtrer les CV, identifier les meilleurs candidats et candidates et même mener des entrevues préliminaires. L'IA peut également personnaliser les programmes de formation et fournir au personnel un retour d'information personnalisé.

L'utilisation de l'IA en milieu de travail affecte-t-elle la SST ? Si oui, de quelles manières?

Impacts positifs de l'IA sur la SST

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 donc des opportunités intéressantes pour améliorer la sécurité au travail, notamment :

- **Une réduction de l'exposition aux risques** : L'IA peut automatiser les tâches dangereuses, sales ou pénibles, réduisant ainsi l'exposition des travailleuses et travailleurs à des conditions de travail dangereuses (Fisher *et al.*, 2023). Par exemple, 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 potentiels et alerter le personnel en temps réel (Fisher *et al.*, 2023).

- **Une amélioration de l'ergonomie** : L'IA peut être intégrée aux outils et aux équipements pour les rendre plus ergonomiques et réduire les risques de troubles musculosquelettiques (TMS) (Fisher *et al.*, 2023). Des exosquelettes alimentés par l'IA peuvent aider les travailleuses et travailleurs à soulever des charges lourdes, tandis que des systèmes de vision artificielle peuvent détecter les postures incorrectes et fournir des conseils en temps réel permettant d'améliorer la position. De plus, 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).
- **Une réduction des biais dans les processus de recrutement et de promotion** : Si elle est conçue et utilisée de manière responsable, l'IA peut aider à réduire les biais dans les processus de recrutement et de promotion, en se concentrant sur les compétences et l'expérience plutôt que sur des caractéristiques démographiques (Fisher *et al.*, 2023; OECD, 2024c).

Des impacts positifs de l'IA 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.

Il est à noter que les technologies numériques présentées dans cette section sont contrôlées par l'IA et qu'elles peuvent aussi être utilisées dans d'autres secteurs d'activité pour améliorer la santé et la sécurité des travailleuses et travailleurs. Dans tous les cas, l'adoption de ces technologies par diverses entreprises 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).

Exemple 1 : La construction

L'utilisation des technologies numériques, dont l'IA, est en pleine croissance dans l'industrie de la construction. De nouvelles applications sont constamment développées, comme recensées par plusieurs revues de la littérature sur le sujet (Cavalcanti *et al.*, 2023; Egwin *et al.*, 2024; Gill *et al.*, 2024; Kazeem *et al.*, 2023; Lee *et al.*, 2024; Park et Kang, 2024). Ces applications offrent des opportunités d'améliorer la santé et la sécurité des travailleuses et travailleurs comme suit :

- **Détection des dangers en temps réel** : L'utilisation de la vision par ordinateur et de l'apprentissage automatique permet d'identifier les dangers potentiels sur les chantiers de construction, tels que les comportements dangereux des travailleuses et travailleurs, les équipements non sécurisés ou les zones à risque. 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.

- **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 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 la construction est l'une des industries les plus dangereuses.
- **Automatisation de tâches dangereuses ou répétitives** : La robotique permet d'automatiser des tâches dangereuses ou répétitives. Cela peut contribuer à réduire le nombre de travailleuses et travailleurs exposés à des risques. Par exemple, des chercheuses et chercheurs ont mis au point des systèmes robotisés pour assembler des éléments de construction, comme des murs en maçonnerie et des structures en acier.
- **Évaluation ergonomique** : Les technologies d'IA 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.
- **Gestion de la sécurité** : 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 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.
- **Analyse prédictive** : 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 potentiels, 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.
- **Formation améliorée** : La réalité virtuelle (RV) et la réalité augmentée (RA) offrent des environnements de formation immersifs pour les travailleuses et travailleurs de la construction, leur permettant d'acquérir des compétences et de se familiariser avec les procédures de sécurité de manière interactive et réaliste.

Selon la littérature consultée, l'IA est un domaine en pleine croissance dans l'industrie de la construction, laissant présager que de nouvelles applications seront développées dans le but d'améliorer la santé et la sécurité des travailleuses et travailleurs sur les chantiers.

Exemple 2 : Les mines souterraines

Les principales causes d'accidents dans les mines souterraines sont dues à l'équipement minier, à l'erreur humaine, à des problèmes d'entretien, ou encore à des facteurs environnementaux (Sharma et Maity, 2024). Or, l'IA joue un rôle de plus en plus important dans l'amélioration de la sécurité des opérations minières souterraines. En tirant parti de la puissance des algorithmes avancés et de l'analyse des données, l'IA contribue à la création d'un environnement de travail plus sûr pour les mineuses et mineurs (Imam *et al.*, 2023), notamment par :

- **Systèmes anticollision basés sur la vision par ordinateur** : Sachant que les collisions entre machines et piétons sont une cause importante d'accidents dans les mines souterraines, 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 dans l'environnement minier. Ces systèmes peuvent alors alerter les opératrices et opérateurs, ainsi que les travailleuses et travailleurs en temps réel de collisions potentielles.
- **Surveillance de l'état des équipements** : En analysant les données de différents capteurs de vibrations, de température et de pression, l'IA permet d'anticiper des problèmes susceptibles de provoquer des pannes ou des accidents. 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 de l'équipement.
- **Surveillance de la fatigue et de la distraction des opérateurs** : Des systèmes alimentés par l'IA peuvent 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 si des signes de fatigue ou de distraction sont détectés chez des travailleuses ou travailleurs.
- **Analyse prédictive** : Par une analyse de vastes ensembles de données provenant de diverses sources, comme les capteurs (dont ceux permettant la détection de gaz), les rapports d'incidents et les dossiers d'entretien, les modèles d'IA permettent d'identifier les tendances et les facteurs de risque dans les opérations minières. La possibilité d'anticiper les événements dangereux favorise la mise en place de mesures préventives par les équipes minières, créant de ce fait un environnement de travail plus sûr.
- **Formation et simulation améliorées** : Des environnements de réalité virtuelle ou augmentée basés sur l'IA sont utilisés auprès des mineuses et mineurs 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. Ces expériences de formation sont personnalisées en fonction des performances individuelles, fournissent une rétroaction ciblée et améliorent la rétention des connaissances.

Grâce à l'intégration de l'IA dans les diverses opérations mentionnées ci-dessus, l'industrie minière fait des progrès significatifs vers l'amélioration de la sécurité des mines

souterraines. Il est toutefois essentiel de poursuivre la recherche et le développement afin de libérer tout le potentiel de l'IA, de façon à surpasser les limites des systèmes déjà en service.

Exemple 3 : L'industrie manufacturière

Dans un marché de plus en plus compétitif, les entreprises manufacturières se tournent vers les technologies numériques contrôlées par l'IA pour optimiser leurs opérations et améliorer leur productivité, mais également pour réduire les accidents de travail et améliorer la santé et la sécurité de leur personnel. La prolifération des données dans l'environnement industriel, notamment grâce à l'Internet des objets (IdO), aux capteurs et aux systèmes de surveillance, offre aux entreprises une mine d'informations précieuses pour améliorer la SST (Jiang *et al.*, 2024), notamment :

- **Surveillance de la conformité du port des EPI** : 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 une plus grande variété d'EPI comme les protections respiratoires, oculaires ou auditives.
- **Surveillance en temps réel des conditions de travail** : 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).
- **Monitoring de 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).
- **Automatisation de tâches dangereuses** : L'utilisation d'équipements connectés à l'IA contribue 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).

- **Analyse prédictive** : Des algorithmes d'apprentissage automatique permettent d'analyser de vastes ensembles de données, d'identifier des tendances et des facteurs de risque, ce qui permet de prévenir les accidents et ainsi 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).
- **Formation facilitée et améliorée** : Des systèmes faisant appel à la réalité augmentée (RA) ou à la réalité virtuelle (VR) 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.

Ces différentes utilisations de la technologie numérique permettent aux entreprises œuvrant en secteur industriel de créer des lieux de travail plus sûrs et plus sains pour leurs travailleuses et travailleurs, d'améliorer leur conformité réglementaire en matière de sécurité et de favoriser une culture de la sécurité en mettant à la disposition de leur personnel les informations et les outils dont ils ont besoin pour travailler en toute sécurité.

Impacts négatifs de l'IA sur la SST

La recension des écrits effectuée dans le cadre de cette consultation 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 découle peut-être 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. On peut mentionner, par exemple, la présence de cobots dans le but d'augmenter l'efficacité d'une opération d'assemblage, assurant alors un allègement d'une charge pour la travailleuse ou le travailleur, ou encore l'usage de robots pour veiller à la maintenance d'un équipement, dispensant ainsi une employée ou un employé de s'affairer dans une zone dangereuse.

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 (Bérastégui, 2024).

Compétences professionnelles et bien-être du personnel

L'IA a un impact significatif sur le marché du travail, conduisant à la fois à la création de nouveaux emplois, à la transformation d'emplois existants (Côté et Su, 2021) ou encore à la suppression d'emplois, en particulier dans les secteurs à faible qualification comme les services financiers et la comptabilité, le service client et le soutien technique, ou la vente et les services (Fisher *et al.*, 2023; IDQ, 2025; OECD, 2024c). Par conséquent, l'utilisation de l'IA en milieu de travail a le potentiel de modifier fondamentalement l'équilibre entre les exigences professionnelles et la formation actuelle des travailleuses et travailleurs. En effet, l'automatisation de plusieurs tâches par l'IA entraîne une libération du personnel qui peut alors se concentrer sur des tâches plus complexes et à plus forte valeur ajoutée. Ces travailleuses et travailleurs n'ont plus à exécuter des tâches répétitives, dangereuses ou sujettes aux erreurs et peuvent apporter leurs compétences de jugement, d'interprétation et d'empathie à des décisions plus complexes. D'ailleurs, pour travailler efficacement avec l'IA, une combinaison de compétences techniques, humaines et conceptuelles est souvent requise (Cramarenco *et al.*, 2023; Mehdi et Morissette, 2024; Vukecevic *et al.*, 2024).

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 un impact négatif sur le bien-être des travailleuses et travailleurs ainsi que sur l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée.

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'impact 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 impact 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 l'impact 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.

Cobots et 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 ces cobots. Il existe un risque de collision entre ces personnes et les cobots, ce qui peut 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** : Travailler avec des cobots peut également avoir un impact sur la santé mentale des travailleuses et travailleurs. L'isolement social est une préoccupation potentielle. Les chercheuses et chercheurs s'intéressent aux moyens de promouvoir la santé mentale des travailleuses et travailleurs œuvrant avec des cobots, 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 impact 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 impacts sociaux, comme la conception de cobots plus « sociaux » et la promotion de la collaboration et du travail d'équipe entre les travailleuses, 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 de 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 la collaboration personne-robot.

Risques psychosociaux découlant de la numérisation du travail

De leur côté, 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 plateformes 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 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 constant de leurs performances et de leur comportement.
- **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.

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 leur étude, ces 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 surpasser 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 un impact important sur la santé mentale des employées et employés.

Stimulation de la créativité par les limites de l'IA

Dans un tout autre ordre d'idée, Zirar (2023) a examiné comment les limites (ou faiblesses) de l'IA, plutôt que ses forces transformatrices apparentes, peuvent

stimuler le comportement innovateur des travailleuses et travailleurs. Des façons dont les faiblesses de l'IA incitent les travailleurs à innover et à trouver des solutions créatives pour compenser les limites de la technologie ont ainsi été mises en évidence. Par exemple, les systèmes d'IA, y compris les robots, ne sont pas parfaits et commettent des erreurs. Ces manquements peuvent pousser les travailleuses et travailleurs à trouver des solutions de contournement et à innover pour assurer le bon fonctionnement des processus. De plus, la crainte de se faire remplacer par des systèmes d'IA peut 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.

Quels sont les principaux enjeux liés à l'encadrement de 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.

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.

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. La surveillance constante peut créer un environnement de travail stressant et intrusif, où les employées et employés se sentent constamment surveillés et évalués, et faire naître un climat de méfiance et d'aliénation au travail (Fisher *et al.*, 2023; Matthews *et al.*, 2024).

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.

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 potentiels, entraînant ainsi des risques accrus pour la sécurité.

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 ou « 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 des systèmes d'IA 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

gouvernement³. Au Québec, un regroupement de chercheuses et chercheurs pluridisciplinaire et interuniversitaire ont publié la *Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'IA*⁴ 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 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.

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.

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 passagers, des dommages matériels au véhicule et un préjudice psychologique aux personnes impliquées (OECD, 2024a).

³ <https://www.canada.ca/fr/gouvernement/systeme/gouvernement-numerique/innovations-gouvernementales-numeriques/utilisation-responsable-ai.html>

⁴ <https://declarationmontreal-iaresponsable.com/la-declaration/>

Exacerbation des inégalités existantes

L'utilisation croissante de l'IA au travail soulève des questions importantes quant à son impact 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.

Écart technologique

Le niveau de développement des technologies numériques a un impact significatif 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).

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.

Sans égard aux lois existantes, quels moyens les employeurs, les travailleuses et travailleurs (y compris leurs représentants) pourraient-ils déployer pour favoriser une utilisation appropriée de l'IA dans leur milieu de travail?

À l'issue de cette réflexion sur les effets de l'utilisation de l'intelligence artificielle sur la santé et la santé du travail, l'IRSST exprime les recommandations suivantes :

1. Favoriser une approche paritaire lors de l'implantation de systèmes d'IA afin de garantir que les intérêts et les préoccupations de l'employeur ainsi que ceux des travailleuses et travailleurs soient pris en compte;
2. Collaborer 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;
3. Respecter le principe de précaution dans la mise en place de technologies numériques intelligentes, par exemple :
 - A) Opter pour un transfert graduel du contrôle des équipements vers les systèmes d'IA de façon à garder suffisamment de supervision humaine sur les opérations, en attendant que ces systèmes aient atteint un niveau de maturité démontrant une fiabilité et une robustesse adéquates;

B) Adapter le degré d'autonomie des véhicules au type de véhicules et au contexte dans lequel il doit opérer.

4. Établir des limites claires sur la surveillance des employées et employés, en veillant à ce qu'elle soit proportionnée, transparente et justifiée;
5. Établir des cadres clairs pour la gouvernance de l'IA en définissant les rôles, les responsabilités et les mécanismes de reddition de comptes;
6. Fournir un soutien et des ressources en matière de santé mentale et offrir des possibilités de perfectionnement et de requalification pour aider les employées et employés à s'adapter aux changements induits par l'IA;
7. Impliquer les responsables de la SST dans l'évaluation de la performance des systèmes d'IA;
8. Soutenir la recherche 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.

Conclusion

De plus en plus présent dans les milieux de travail au Québec, l'IA est un outil qui entraîne une transformation importante de la nature du travail et qui crée de nouvelles possibilités d'innovation. Cependant, son impact sur la SST dépend 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 libérer tout le potentiel de ces nouvelles technologies afin d'améliorer la santé et la sécurité des travailleuses et travailleurs.

Étant donné son engagement dans la recherche appliquée en SST, l'IRSST se met à la disposition 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/cgi/viewcontent.cgi?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>
- 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
- 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>
- 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>

- 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>
- Gill, E. Z., Cardone, D. et Amelio, A. (2024). Revolutionizing the construction industry by cutting edge artificial intelligence approaches: A review. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7, article 1474932. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1474932>
- 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
- 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>
- Kazeem, K. O., Olawumi, T. O. et Osunsanmi, T. (2023). Roles of artificial intelligence and machine learning in enhancing construction processes and sustainable communities. *Buildings*, 13(8), article 2061. <https://dx.doi.org/10.3390/buildings13082061>
- 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). <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., Pilastri, 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.jsasus.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>
- 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>
- 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>
- 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, 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>