



Organisation  
internationale  
du Travail

# **r é v o l u t i o n n e r** *la santé et la sécurité*

le rôle de l'IA et de la  
**numérisation** au travail



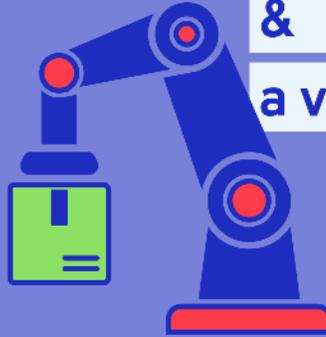
Journée  
mondiale de  
la sécurité et  
de la santé  
au travail /

2025

# L'IA et la *numérisation* au travail



Automatisation  
& Robotique  
avancée



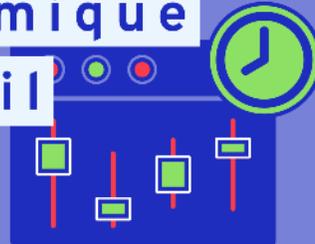
Outils  
intelligents  
de SST & systèmes  
de surveillance



Réalité  
étendue  
& réalité  
virtuelle



Gestion  
algorithmique  
du travail



Évolution des  
modalités de  
travail par  
la numérisation



# Automatisation et Robotique de Pointe

## Avantages Principaux

- ▶ **La robotique de pointe** peut éloigner les travailleurs des tâches et des environnements dangereux, par exemple des zones d'opérations ou des situations à haut risque qui exposent à des températures extrêmes ou à des substances toxiques.
- ▶ **Les robots et les exosquelettes** peuvent aider les travailleurs effectuant des travaux pénibles physiquement, en minimisant les troubles musculosquelettiques et en renforçant la sécurité globale.
- ▶ **L'automatisation** peut éviter aux travailleurs des tâches répétitives et monotones, au profit de responsabilités plus complexes et plus motivantes.

# Automatisation et Robotique de Pointe

## Améliorer la SST dans tous les secteurs

### Prendre en charge des tâches à haut risque dans les secteurs de l'exploitation minière, de la construction et de l'industrie manufacturière

- ▶ Effectuez des tâches dangereuses à distance, réduisant ainsi l'exposition aux fumées cancérigènes, aux déversements de produits chimiques et aux températures extrêmes.

### Drones dans l'agriculture

- ▶ Pulvérisent des pesticides avec précision et efficacité, réduisant ainsi l'exposition humaine à des substances chimiques nocives associées à des cancers, des empoisonnements et des dommages neurologiques (Borikar et al. 2022, ILO 2021b).

### Robotique dans le secteur de la santé

- ▶ Les robots réduisent l'exposition aux radiations lors des IRM et des radiographies.
- ▶ La chirurgie assistée par robot améliore la précision, en réduisant la charge de travail et en améliorant l'ergonomie par rapport à la chirurgie laparoscopique et ouverte classique.
- ▶ Les robots d'écouvillonnage autonomes utilisés pour le dépistage des maladies augmentent la capacité de dépistage tout en réduisant les risques d'infection (Haddadin et al. 2024).
- ▶ Les robots interactifs allègent la charge de travail des soignants en collectant les signes vitaux et les données des patients, permettant ainsi aux professionnels de se concentrer sur des tâches complexes et les soins aux patients (Ragno et al. 2023).

### Systèmes d'IA dans le service client

- ▶ Les chatbots et assistants virtuels reposant sur l'IA peuvent gérer des demandes complexes, réduisant ainsi la charge de travail et le stress (Babashahi et al. 2024).

## Cinq tâches dangereuses que les robots peuvent réaliser de façon sûre (Owen-Hill 2022)

- ▶ **Soulever des objets très lourds et moyennement lourds:** les robots peuvent soulever des objets très lourds, réduisant ainsi les risques de blessures liées aux efforts excessifs.
- ▶ **Remuer du métal en fusion à 2 000 degrés Celsius:** les bras robotisés effectuent le puisage du four, évitant ainsi l'exposition des travailleurs à une chaleur extrême et à des projections d'étincelles.
- ▶ **Collecter et conditionner des déchets radioactifs:** les robots permettent de collecter et de conditionner en toute sécurité des substances dangereuses, (ex. les déchets radioactifs, etc.).
- ▶ **Travailler dans des environnements dangereux:** les robots remplacent les travailleurs dans des environnements contaminés par des poussières ou des produits chimiques toxiques.
- ▶ **Effectuer des mouvements physiques répétitifs:** l'automatisation de mouvements répétitifs à haut risque permet de prévenir les troubles musculosquelettiques.

# Automatisation et Robotique de Pointe

## Risques Potentiels Principaux

- ▶ **Risques pour la sécurité:** Les mouvements indésirables des robots dus à des défaillances mécaniques ou des dysfonctionnements du système, associés à une dépendance excessive à l'automatisation, peuvent entraîner des accidents.
- ▶ **Risques ergonomiques:** Un mauvais ajustement ou une conception inadaptée des exosquelettes peut forcer des mouvements non naturels ou répétitifs, entraînant des tensions musculaires, de l'inconfort ou des blessures, tout en introduisant des risques liés au bruit et aux vibrations.
- ▶ **Risques psychosociaux:** L'intensification du travail pour suivre le rythme des machines peut entraîner du stress et de la fatigue, tandis que la surcharge cognitive peut résulter du besoin d'assurer que les tâches sont en adéquation avec des systèmes complexes. La réduction du contrôle sur le travail, de l'autonomie et l'isolement social peuvent nuire au bien-être.
- ▶ **Préoccupations liées à l'inégalité et à la discrimination:** Les conceptions qui négligent les besoins de certains groupes peuvent entraîner de l'exclusion, tandis que les travailleurs peu qualifiés peuvent éprouver du stress et de l'anxiété en raison des risques de déplacement professionnel, notamment s'ils manquent d'opportunités de reconversion.

# Outils et systèmes de surveillance intelligents pour la SST

## Avantages Principaux

- ▶ Les technologies de surveillance permettent la détection en temps réel des dangers et émettent des alertes immédiates pour prévenir les accidents, tandis que les analyses prédictives permettent une identification précoce des risques pour la santé et la sécurité, soutenant ainsi une gestion proactive de la SST.

**Capteurs environnementaux:** Contrôlent la qualité de l'air, les niveaux de bruit, la température et l'humidité pour identifier les dangers sur le lieu de travail.

**Systèmes pilotés par l'IA:** Détectent les comportements dangereux et les défaillances des machines, prédisent les risques et permettent des interventions proactives.

**Drones:** Transportent des caméras et des capteurs pour inspecter à distance les zones dangereuses (ex. Lieux de catastrophes, grandes structures, espaces confinés).

**Dispositifs portables intelligents:** Suivent les signes physiologiques (ex. fréquence cardiaque, température corporelle) et les dangers environnementaux pour émettre des alertes en temps réel.

# Outils et systèmes de surveillance intelligents pour la SST

## Améliorer la SST dans tous les secteurs

### Dispositifs Portables et IA dans la Construction

- ▶ Détectent les postures inappropriées, les techniques de levage dangereuses et le non-respect des protocoles de sécurité, en émettant des alertes en temps réel pour prévenir les accidents et les blessures musculosquelettiques.
  - ✓ Mis en place dans le système de gestion de la sécurité intelligente du gouvernement métropolitain de Séoul (2021), permettant une détection précoce des risques de sécurité, avec l'analyse des données améliorant la planification de la sécurité à long terme.
- ▶ Détectent les chutes de hauteur avec une précision de 100% et notifient instantanément les équipes d'urgence, permettant des réponses plus rapides et de meilleurs résultats en matière de survie (Dogan and Akcamete 2019).

### Casques Intelligents dans la Construction

- ▶ Surveille les niveaux de bruit au niveau de l'oreille et les niveaux de bruit ambiant en temps réel, permettant une cartographie détaillée du bruit allant au-delà des évaluations conventionnelles.
  - ✓ Utilisé sur un chantier de construction ferroviaire au Royaume-Uni en 2021, révélant des risques de bruit auparavant non identifiés et permettant des interventions ciblées qui ont réduit de 50 % l'exposition au bruit sur le lieu de travail (British Safety Council 2024).

### Sécurité des Travailleurs Temporaires

- ▶ Outil numérique de pointe basé sur l'IA, mis en place en 2024 par une agence de recrutement française, qui analyse les risques au travail basés sur le profil des employés et les incidents passés.
- ▶ Les employeurs utilisent ces données pour des formations de sécurité ciblées et pour mettre en place des stratégies d'atténuation des risques.

### Casques Intelligents dans l'Exploitation Minière

- ▶ Détectent les gaz dangereux, surveillent la température et la pression, et envoient une notification en cas de retrait, de collision ou d'urgence.
- ▶ Peut être associé à des caméras et à des capteurs de poussière, avec un logiciel reliant les vidéos aux données sur la poussière afin d'identifier les zones à haut risque, générant ainsi des informations pour réduire l'exposition et améliorer la sécurité sur site (Centre for Disease Control and Prevention 2024).

### Sécurité des Conducteurs dans la Construction, la Livraison, le Transport, la Logistique et les Services Alimentaires

- ▶ Des caméras embarquées propulsées par l'IA analysent les vidéos en temps réel pour détecter les risques liés à la route et à la conduite, en émettant des alertes immédiates.
- ▶ Les outils de coaching s'appuient sur l'analyse des données pour renforcer les bonnes pratiques de conduite et corriger les comportements à risque.

# Smart OSH Tools and Monitoring Systems

## Risques Potentiels Principaux

- ▶ **Risques pour la sécurité:** Une dépendance excessive aux alertes automatisées peut involontairement encourager la prise de risques et augmenter les risques d'accidents en cas de défaillance des systèmes, tandis qu'un focus sur les dangers immédiats peut détourner l'attention des problèmes de sécurité sous-jacents ou à long terme.
- ▶ **Risques ergonomiques:** Des dispositifs portables mal conçus peuvent entraîner des problèmes liés au confort, à l'utilisabilité et à un ajustement adéquat, notamment chez des populations de travailleurs diverses. Ces défis doivent être abordés pour garantir leur efficacité et éviter les non-conformités.
- ▶ **Risques psychosociaux:** La surveillance peut induire du stress et créer un environnement sous pression, tandis que des alertes fréquentes peuvent provoquer des distractions et une fatigue cognitive.
- ▶ **Vie privée et problèmes éthiques:** Les systèmes de surveillance risquent d'appliquer des sanctions automatisées basées sur des indicateurs de performance, ce qui peut générer de la méfiance et augmenter le stress, tandis qu'un contrôle limité des travailleurs sur la manière dont les données sont collectées, utilisées et stockées soulève des questions éthiques importantes.

# Réalité étendue et réalité virtuelle

## Avantages Principaux

- ▶ Fournir une formation immersive et sans risque aux travailleurs pour pratiquer les procédures de sécurité et les réponses d'urgence dans des environnements contrôlés et réalistes.
- ▶ Pratiquer dans des environnements interactifs simulant des scénarios réels améliore la rétention des compétences et la préparation aux urgences.

*Les recherches montrent que 40 % des apprentis en VR ont déclaré une confiance accrue par rapport aux apprentis en salle de classe, et une amélioration de 35 % des e-apprentis dans l'application de ce qu'ils avaient appris (PWC 2020).*

- ▶ Les simulations virtuelles peuvent aider les inspecteurs à améliorer l'évaluation des risques et l'identification des dangers.
- ▶ La réalité étendue (XR) permet de créer des modèles virtuels des environnements de travail, aidant les professionnels de la sécurité à identifier les risques potentiels avant le début du travail, soutenant ainsi la planification proactive de la sécurité.



# Réalité étendue et réalité virtuelle

## Améliorer la SST dans tous les secteurs

### Formation pour les pompiers

- ▶ En Australie, les casernes de pompiers utilisent la réalité virtuelle pour simuler des scénarios d'urgence.
- ▶ Le système génère de façon très réaliste de la fumée, des flammes, de l'eau et de la mousse extinctrice. Les stagiaires portent également des combinaisons ignifugées reliées à un logiciel qui ajuste l'intensité de la température, améliorant ainsi le réalisme et l'efficacité de la formation (Hoey 2024).

### Amélioration de la détection des dangers avant la construction

- ▶ La réalité virtuelle modélise les projets futurs, aidant à détecter les dangers lors de la phase de conception.
- ▶ Dans une usine de traitement de l'eau en Australie, un projet pilote utilisant la réalité virtuelle a identifié 20 dangers, contre seulement 6 avec les méthodes d'évaluation classiques. Depuis, l'approche VR a été adoptée dans plus de 10 installations, améliorant ainsi l'atténuation des risques en amont de la construction (Australian Water Association 2017).

### Formation des inspecteurs du travail

- ▶ Un programme de formation en réalité virtuelle lancé en 2022 par le ministère du Travail du Qatar et l'OIT permet l'exploration virtuelle de chantiers de construction.
- ▶ Cette initiative renforce la capacité des inspecteurs à identifier les risques et à remédier les violations en matière de sécurité sans se rendre dans des environnements dangereux.

### Inspections sanitaires des navires

- ▶ Pendant COVID-19, l'OMS a lancé un outil de formation en réalité virtuelle pour faire face à la pénurie d'agents de santé portuaire.
- ▶ Il offre des simulations immersives visant à renforcer les connaissances en matière de SST, les évaluations sanitaires et l'analyse des risques, tout en permettant d'interagir avec l'équipage dans un environnement contrôlé.
- ▶ Plus de 230 ports et 41 États parties au Règlement sanitaire international habilités à délivrer des certificats sanitaires bénéficient de cette initiative (WHO 2024).

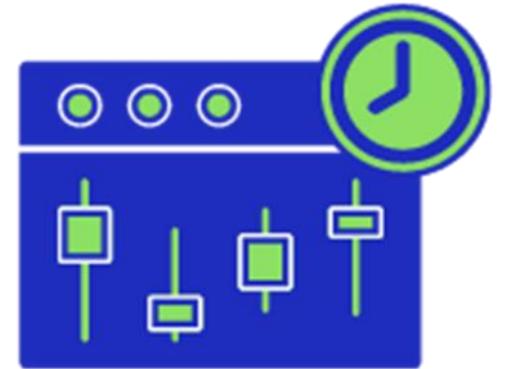
## Risques Potentiels Principaux

- ▶ **Risques pour la sécurité:** Les casques peuvent bloquer la visibilité et affecter l'équilibre et la coordination, augmentant ainsi le risque de collision, de glissades, de trébuchements ou de chutes.
- ▶ **Risques pour la santé oculaire:** Une exposition prolongée et la proximité des écrans peuvent entraîner un syndrome de vision informatique, avec des symptômes tels que la fatigue oculaire, la fatigue générale et le manque de sommeil, tandis que la lumière des écrans peut endommager la rétine.
- ▶ **Risques psychosociaux:** Un volume élevé de contenu peut entraîner une surcharge cognitive et déclencher un stress aigu dû à la complexité technologique et aux lacunes de compétences.

# Gestion algorithmique du travail

## Avantages Principaux

- ▶ Aligne les tâches avec les compétences et les préférences des employés, favorisant ainsi la satisfaction au travail et l'engagement, tout en augmentant l'efficacité.
- ▶ Optimise les horaires et la charge de travail, garantissant que les travailleurs ne sont pas surchargés et disposent de suffisamment de temps de repos, réduisant ainsi le stress au travail et améliorant l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée.
- ▶ Favorise le développement des compétences en identifiant les lacunes et en proposant des plans de formation personnalisés, atténuant l'anxiété liée à la sécurité de l'emploi.
- ▶ Susceptibles de combattre la violence et le harcèlement au travail en analysant les modèles de communication et en détectant les comportements inappropriés.



# Gestion algorithmique du travail

## Risques Potentiels Principaux

- ▶ **Risques pour la sécurité:** Les menaces pour la cybersécurité ou atteintes aux données peuvent compromettre péril les contrôles de sécurité automatisés ou exposer les travailleurs à des environnements dangereux en raison de prises de décision défailtantes basées sur l'IA.
- ▶ **Risques ergonomiques:** Les horaires stricts pilotés par des algorithmes peuvent limiter les mouvements, entraînant de mauvaises postures, des raideurs musculaires et des douleurs chroniques.
- ▶ **Risques organisationnels et psychosociaux:** La surveillance constante réduit l'autonomie des travailleurs, affectant leur bien-être. L'intensification du travail pour atteindre des objectifs de productivité accroît le stress et l'anxiété, tandis que les évaluations des performances basées sur l'IA peuvent contribuer à l'insécurité de l'emploi. La priorité donnée à la productivité peut également conduire à l'isolement social.
- ▶ **Vie privée et problèmes éthiques:** La collecte et la surveillance continues des données soulèvent des questions sur le consentement des travailleurs, l'utilisation des données et les sanctions automatisées potentielles. Des systèmes de gestion algorithmique conçus de manière injuste peuvent perpétuer des biais dans le recrutement, les promotions et l'attribution des tâches, défavorisant certains groupes.

## Impact de la gestion algorithmique sur la qualité du travail et les conditions de travail dans divers pays

- ▶ Un rapport conjoint de l'OIT et de la Commission européenne publié en 2024 a étudié l'impact des pratiques de gestion algorithmique sur l'organisation du travail, la qualité de l'emploi et les relations professionnelles dans les secteurs de la logistique et des soins de santé en France, en Italie, en Inde et en Afrique du Sud.
- ▶ Il a révélé un impact positif sur l'organisation du travail en France et en Italie, sans effets négatifs significatifs sur la qualité de l'emploi ni augmentation de la surveillance des travailleurs.
- ▶ En revanche, en Afrique du Sud et en Inde, la gestion algorithmique a entraîné une dégradation de la qualité de l'emploi, avec des preuves claires d'un renforcement du suivi, de la surveillance et de l'intensité du travail.
- ▶ Ces différences soulignent le rôle des cadres institutionnels et réglementaires dans l'orientation des effets de la gestion algorithmique, mettant en évidence que ce n'est pas la technologie en tant que telle, mais bien sa mise en œuvre qui détermine les résultats (OIT/Commission européenne 2024).

# Changing work arrangements through digitalization

## Avantages Principaux

### Télétravail, travail à distance et modèles hybrides

- ▶ Accroissent la flexibilité, réduisent le temps de trajet et donnent aux travailleurs un plus grand contrôle sur leur emploi du temps, ce qui diminue le stress, soutient la santé mentale et améliore l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée.

### Expansion des plateformes numériques

*Jusqu'à 12 % de la main-d'œuvre mondiale exerce un travail via des plateformes (Datta et al. 2023).*

- ▶ Favorisent l'inclusion en créant des opportunités pour les travailleurs marginalisés, notamment les personnes en situation de handicap, ayant des restrictions de mobilité ou des responsabilités familiales.



# Changing work arrangements through digitalization

## Risques Potentiels Principaux

- ▶ **Risques pour la sécurité:** L'absence d'évaluations régulières des risques peut exposer les travailleurs à des environnements dangereux. Des défis se posent également pour les travailleurs qui échappent à la réglementation en matière de SST, les rendant plus vulnérables aux accidents de travail.
- ▶ **Risques ergonomiques:** Des postes de travail inadaptés à domicile et des routines sédentaires peuvent entraîner des troubles musculo-squelettiques, tandis qu'un usage prolongé des écrans peut provoquer une fatigue oculaire. La lumière bleue émise par les écrans peut perturber le sommeil et endommager les cellules de la rétine.
- ▶ **Risques organisationnels et psychosociaux:** L'intensification du travail liée aux pratiques de surveillance et à la planification algorithmique peut entraîner un allongement des heures de travail, une réduction de l'autonomie, une frontière floue entre vie professionnelle et vie privée, et générer du stress. L'isolement social peut résulter du manque de contacts en personne, affaiblissant les relations entre collègues et les liens communautaires. Les espaces numériques peuvent également exacerber le cyberharcèlement, tandis que les travailleurs de plateforme peuvent être exposés à des violences physiques en raison du caractère imprévisible de leurs interactions.

# Comment la *numérisation* transforme la sécurité et la santé au travail (SST) :

**Principaux avantages**

**Principaux risques potentiels**

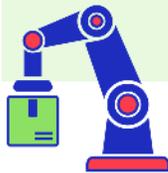
## Réalité étendue & réalité virtuelle

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Formations SST immersives dans des environnements sûrs</li> <li>▶ Amélioration de l'identification virtuelle des dangers</li> <li>▶ Soutien aux opérations à distance en toute sécurité</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Désorientation, perte d'équilibre et visibilité limitée</li> <li>▶ Fatigue visuelle et inconfort lié aux mouvements</li> <li>▶ Surcharge cognitive</li> </ul> |
|---|--|



## Automatisation & Robotique avancée

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Retirer les travailleurs des tâches dangereuses et des environnements à haut risque</li> <li>▶ Réduire la charge physique</li> <li>▶ Réduire les tâches répétitives et monotones</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mouvements inattendus ou dysfonctionnements des robots</li> <li>▶ Mouvements non naturels ou dispositifs mal ajustés</li> <li>▶ Bruit et vibrations excessifs</li> <li>▶ Réduction du contrôle et de l'autonomie au travail</li> </ul> |
|--|---|



## Gestion algorithmique du travail

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Optimisation des horaires, de l'allocation des tâches et de la répartition des charges de travail</li> <li>▶ Amélioration de l'efficacité</li> <li>▶ Aide à l'identification et à la résolution des lacunes en compétences</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pression accrue due au suivi en temps réel</li> <li>▶ Biais dans l'attribution des tâches ou des promotions</li> <li>▶ Réduction de l'autonomie et supervision constante</li> <li>▶ Isolement social</li> </ul> |
|--|--|



## Outils intelligents de SST & systèmes de surveillance

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Détection en temps réel des dangers (ex. : qualité de l'air, bruit, température)</li> <li>▶ Soutien aux évaluations prédictives des risques pour des mesures de sécurité proactives</li> <li>▶ Alertes immédiates pour prévenir les blessures</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pannes ou surveillance excessive</li> <li>▶ Inconfort, fatigue ou non-conformité en raison d'un mauvais ajustement</li> <li>▶ Stress ou distraction liés aux alertes et à la surveillance continue</li> </ul> |
|---|--|



## Évolution des modalités de travail par la numérisation

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Flexibilité accrue</li> <li>▶ Réduction des risques liés aux déplacements domicile-travail</li> <li>▶ Favorise l'inclusion</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Postes de travail inadéquats à domicile</li> <li>▶ Exposition prolongée aux écrans</li> <li>▶ Intensification du travail, allongement des horaires et réduction de l'autonomie</li> <li>▶ Cyberharcèlement</li> </ul> |
|--|--|



# Chaîne d'approvisionnement de la numérisation: *considérations relatives à la SST*

L'expansion rapide des technologies numériques a accru la pression sur les travailleurs qui alimentent directement cette industrie, dont beaucoup ne bénéficient pas de protections adéquates en matière de SST, en particulier dans l'économie informelle.

## Travailleurs alimentant les technologies numériques

### ▶ Annotateurs de données:

- ✓ Préparent les données pour les modèles d'IA (étiquetage, annotation, transcription, traitement).
- ✓ Effectuent des tâches très répétitives sous une surveillance stricte, dans des conditions souvent précaires et non réglementées (Rani and Dhir 2024).
- ✓ Sont exposés à des contenus toxiques sans compensation équitable ni soutien psychologique (Jensen 2024).

### ▶ Modérateurs de contenu:

- ✓ Analysent et suppriment de grandes quantités de contenus offensants ou choquants (Muldoon et al. 2024).
- ✓ Sont exposés à des risques pour la santé mentale, comme le stress post-traumatique, la fatigue compassionnelle, l'épuisement professionnel (Rani et al., à venir).
- ✓ Ne bénéficient pas d'un soutien suffisant et doivent parfois signer des clauses de non-responsabilité, reconnaissant les risques pour leur santé.

### ▶ Ingénieurs en apprentissage automatique:

- ✓ Développent des systèmes d'IA à partir de grands ensembles de données et d'algorithmes complexes.
- ✓ Font face à un stress élevé lié au volume et à la complexité des données.

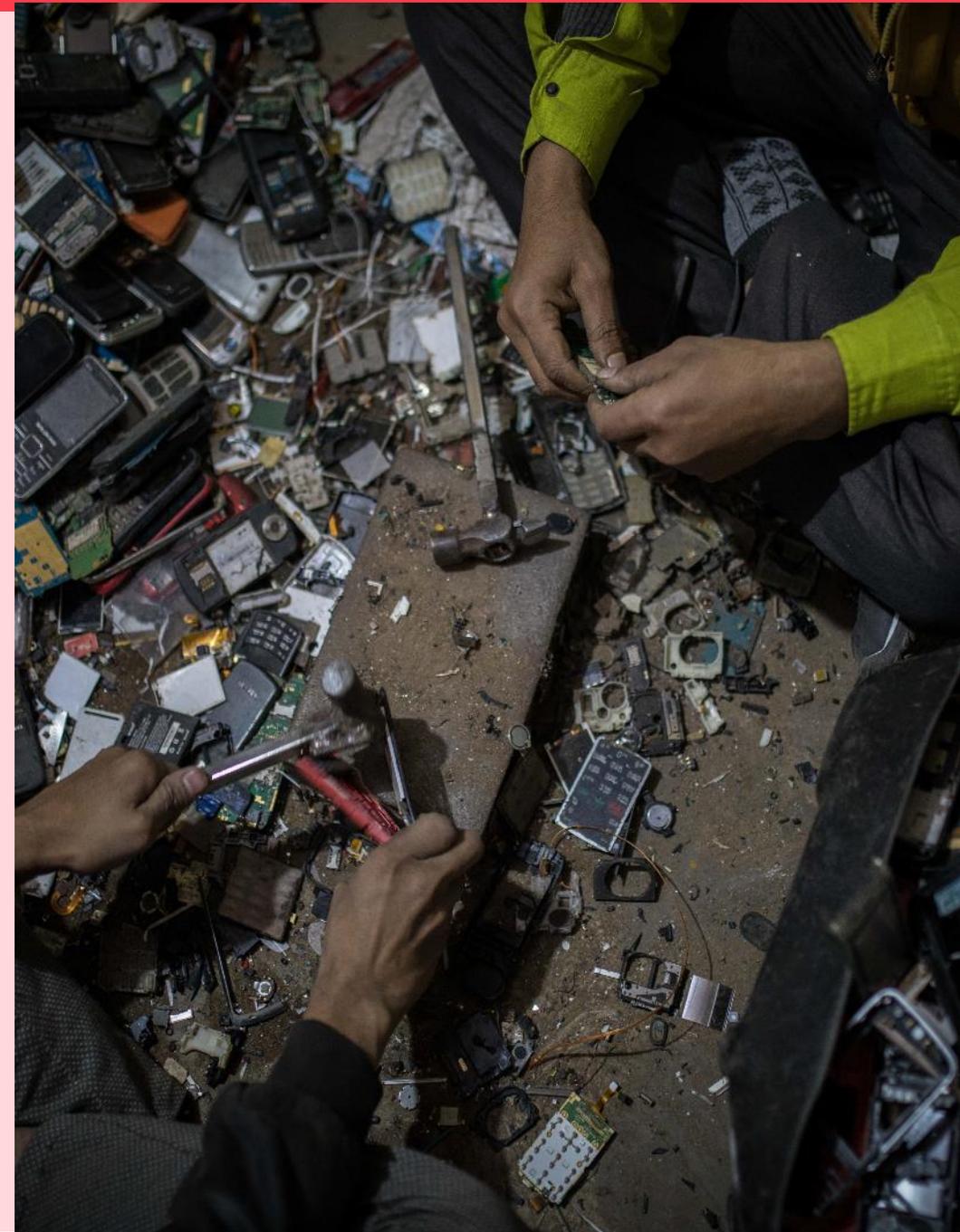
### ▶ Analystes de mégadonnées:

- ✓ Utilisent l'IA, l'apprentissage automatique et des outils statistiques pour extraire des informations.
- ✓ Défis liés à la confidentialité, à la sécurité et à la gouvernance, notamment lorsqu'il s'agit de données sensibles (Rawat and Yadaw 2021).

## Chaîne d'approvisionnement de la numérisation: considérations relatives à la SST

### Travailleurs des secteurs de la production des technologies et de la gestion des déchets

- ▶ Mineurs extrayant des minerais stratégiques :
  - ✓ Des matériaux comme le cobalt, le lithium et le cuivre sont extraits dans des conditions dangereuses.
  - ✓ La demande croissante exerce une forte pression sur les travailleurs, qui sont souvent exposés à des risques importants pour la santé et ne bénéficient que de protections limitées en matière de SST (Landrigan et al. 2021).
  - ✓ Ces opérations ont été associées au travail des enfants, à des risques pour la sécurité, à des atteintes à l'environnement et à des pratiques de corruption (Wilson Center 2021).
- ▶ Ouvriers des chaînes de montage de produits technologiques:
  - ✓ Travaillent de longues heures dans des conditions dangereuses, avec une rémunération insuffisante (Judge 2023).
- ▶ Déchets électroniques:
  - ✓ Des travailleurs informels réparent, recyclent et réutilisent des équipements électriques et électroniques.
  - ✓ Ils sont souvent exposés à des conditions dangereuses et à des risques pour la santé (cancers, maladies pulmonaires et cardiovasculaires) en raison de substances chimiques toxiques et de méthodes d'élimination inappropriées (ILO 2021c).





# La sécurité et la santé au travail à l'ère du numérique: politiques, lacunes et actions concertées



# Le rôle de l'OIT

**Les Conventions fondamentales de l'OIT en matière de sécurité et de santé au travail garantissent à chaque travailleur le droit à un environnement de travail sûr et sain, y compris dans le contexte de la numérisation et de l'évolution du monde du travail.**

- ▶ **La Convention n° 155** énonce les objectifs fondamentaux et les principes de base pour des politiques nationales complètes de SST couvrant tous les secteurs. Elle appelle à des révisions périodiques afin de prévenir les accidents du travail en éliminant ou en réduisant au minimum les dangers.
  - ✓ Les employeurs doivent s'assurer que les nouvelles technologies sont sûres et ne présentent pas de risques pour la santé.
  - ✓ Ils doivent également fournir une formation et une information adéquates aux travailleurs lors de l'introduction de nouvelles technologies numériques.
- ▶ **La Convention n° 187** plaide pour l'amélioration continue des cadres nationaux de SST, en veillant à ce que les politiques puissent être adaptées aux mutations du monde du travail :
  - ✓ Collaboration tripartite entre les gouvernements, les employeurs et les travailleurs, en veillant à ce qu'ils participent activement à l'adoption des nouvelles technologies et à ce que des mesures préventives adéquates soient mises en place.
- ▶ La collaboration entre les gouvernements, les organisations d'employeurs et de travailleurs est nécessaire pour garantir que les politiques de SST sont inclusives et répondent aux défis posés par la numérisation, en équilibrant les avancées technologiques avec la protection de la sécurité et de la santé des travailleurs.

## Instrumentes et initiatives supplémentaires en matière de SST à l'ère numérique

### ► Conventions et recommandations principales:

- ✓ Convention sur les services de santé au travail, 1985 (n° 161) : Identification et évaluation des risques professionnels, et orientation sur l'organisation du travail, y compris l'utilisation de machines, d'outils et d'équipements.
- ✓ Recommandation sur la liste des maladies professionnelles, 2002 (n° 194) : Comprend les maladies professionnelles liées aux agents physiques, aux troubles musculosquelettiques, mentaux et comportementaux, de plus en plus pertinentes dans le contexte de la numérisation.
- ✓ Convention sur la violence et le harcèlement, 2019 (n° 190) : Fournit un cadre de prévention de la violence et du harcèlement, y compris les incidents survenant par le biais des technologies numériques, pertinent pour prévenir la cyberintimidation.

### ► Normes futures et protection des données:

- ✓ Une norme à venir sur le travail décent dans l'économie des plateformes (2025/2026) est prévue, ainsi qu'une action normative en matière d'ergonomie et de sécurité des machines.

### ► Initiatives et recherches mondiales

- ✓ La Stratégie globale de l'OIT en matière de sécurité et de santé au travail 2024-2030 souligne la nécessité de mener des recherches et de développer des outils pour tirer parti des opportunités et relever les défis liés aux nouvelles technologies.
- ✓ L'Observatoire de l'OIT sur l'intelligence artificielle et le travail dans l'économie numérique vise à servir de centre de connaissances pour aider les gouvernements et les partenaires sociaux à comprendre et à gérer la transformation numérique du travail.
- ✓ Des initiatives de recherche explorent également l'intersection entre la SST et la numérisation du lieu de travail, notamment les conditions de travail sur les plateformes numériques, l'impact des pratiques de gestion algorithmique, ainsi que les conditions de la main-d'œuvre invisible qui alimente la croissance de l'IA.

# Initiatives internationales

## Initiatives Mondiales:

- ▶ **Le Plan d'action du G7 pour une adoption humaine de l'IA sûre, sécurisée et digne de confiance** l'impact de l'IA sur la SST, comprend des évaluations des risques et des audits, et met l'accent sur l'application des lois du travail et des normes de SST.

## Institutions internationales spécialistes de la SST:

- ▶ **International Ergonomics & Human Factors Association** organise des webinaires sur l'IA et l'interaction humain-robot.
- ▶ **L'Institution de la sécurité et de la santé au travail** explore comment l'IA peut renforcer les protocoles de sécurité, améliorer la gestion des risques et optimiser les opérations en milieu de travail.
- ▶ **Organisation internationale de normalisation (ISO)** élabore des normes sur l'IA, la gestion des risques, la robotique industrielle et de service.

## Organisations internationales d'employeurs et de travailleurs:

- ▶ **Organisation internationale des employeurs (OIE)** plaide pour le développement des compétences et l'intégration de la SST dans les processus de numérisation. Elle a publié des rapports sur la santé mentale et l'impact de l'IA en milieu professionnel.
- ▶ **Les organisations syndicales internationales** défendent une régulation plus stricte de l'IA et de la surveillance numérique, la protection en matière de SST et la négociation collective pour les travailleurs des plateformes numériques. Ils mettent l'accent sur la participation des travailleurs, la protection des droits et la garantie d'une transition numérique juste pour les travailleurs.

# Initiatives régionales pour renforcer la SST dans le cadre de la numérisation

## Initiatives de l'UE:

- ▶ **Règlement sur les machines (UE) 2023/1230** – Renforce les exigences contraignantes en matière de santé et de sécurité pour les machines avancées, la robotique et les systèmes pilotés par l'IA.
- ▶ **Règlement sur l'IA (UE) 2024/168941** – Introduit des règles harmonisées fondées sur les risques pour les systèmes d'IA afin de garantir la transparence, la supervision humaine et la réduction des risques pour la santé et la sécurité, tout en protégeant les droits fondamentaux.
- ▶ **Directive sur les travailleurs des plateformes (UE) 2024/283142** – Améliore les conditions de travail et réglemente l'utilisation des algorithmes en milieu professionnel, en imposant une supervision humaine pour les décisions clés, y compris les licenciements.
- ▶ **Campagne de l'EU-OSHA (2023–2025)** : «La sécurité et la santé au travail à l'ère numérique» – Sensibilise aux défis en matière de SST posés par les technologies numériques, diffuse les connaissances sur les risques et opportunités clés, et encourage la collaboration et l'échange de connaissances pour une transformation numérique du travail sûre et productive.
  - ✓ Axes prioritaires : Travail sur les plateformes numériques, robotique avancée et IA, travail à distance et hybride, systèmes numériques intelligents, et gestion des travailleurs par l'IA.

# Initiatives régionales pour renforcer la SST dans le cadre de la numérisation

## Autres Régions :

- ▶ **Union Africaine:** La Stratégie de transformation numérique 2020-2030 met l'accent sur les compétences numériques de la main-d'œuvre, la cybersécurité et l'utilisation éthique de l'IA.
- ▶ **ASEAN:** Le Plan d'action pour le cadre d'intégration numérique 2019-2025 guide les États membres dans l'adoption sûre des technologies dans tous les secteurs.

## Organisations Régionales d'Employeurs et de Syndicats :

- ▶ **Confédération des employeurs de l'ASEAN :** Encourage une utilisation responsable de l'IA en milieu de travail, en fournissant des ressources sur la gestion des risques tels que les biais algorithmiques, les questions de confidentialité des données et la perte d'emplois.
- ▶ **BusinessEurope :** Plaide en faveur du développement des compétences et de la formation, de la protection de la santé mentale dans le cadre du télétravail et de l'automatisation, et explore des moyens de renforcer la confiance dans les systèmes pilotés par l'IA.
- ▶ **Confédération syndicale des Amériques :** A publié en 2022 un rapport appelant à une régulation intelligente, au dialogue social et à une action gouvernementale pour améliorer les horaires de travail, les droits et les conditions dans les systèmes de gestion algorithmique.
- ▶ **Internationale des services publics :** A lancé en 2021 Notre avenir numérique, un projet de renforcement des capacités sur 3 ans destinés à doter les syndicats des services publics en Afrique et dans la région MENA de connaissances sur les technologies numériques et les droits liés aux données, dans le but de promouvoir des pratiques sûres.

# Cadres nationaux régissant la SST et la numérisation

- ▶ Certains pays intègrent dans leurs politiques et stratégies nationales de SST des dispositions relatives aux risques des technologies numériques, qui reconnaissent la nécessité de protéger les travailleurs et les entreprises de ces défis évolutifs et définissent des actions à mettre en œuvre dans les années à venir.
  - ✓ **Argentine** – *Prévention 4.0 (2022)*: Utilise des outils numériques pour les inspections sur le lieu de travail, la formation à la sécurité et la fourniture d'équipements, renforçant ainsi la gestion des risques.
  - ✓ **Finlande** – *Politique sur l'environnement de travail (2024–2030)* : Appelle à identifier, prévenir et minimiser les risques émergents introduits par la numérisation, y compris la robotique, l'IA et l'automatisation.
  - ✓ **Guyana** – *Politique SST (2018)*: Préconise l'utilisation de technologies et de systèmes modernes tout en tenant compte de leur impact.
  - ✓ **Inde** – *Politique sur la SST et l'environnement (2023)*: Reconnaît les risques émergents tout en promouvant la mise en œuvre d'outils informatisés d'évaluation des risques pour améliorer la gestion des risques.
  - ✓ **Uruguay** – *Politique SST (2024)*: Vise à actualiser la réglementation afin de refléter les nouvelles technologies et l'évolution du monde du travail.

# Cadre réglementaire traitant des risques potentiels découlant des nouvelles technologies

La législation existante en matière de SST assure généralement une protection étendue aux travailleurs contre tous les risques professionnels, mais elles privilégient souvent les risques physiques plutôt que les risques psychosociaux, qui constituent une préoccupation croissante en raison de la numérisation et de l'intelligence artificielle.

De nouvelles réglementations visent à combler les lacunes tout en garantissant la mise en œuvre sécuritaire des technologies numériques.

## ► Automatisation et robotique avancée:

- ✓ **Argentine (Résolution 69/2024):** Modernise la prévention des risques en milieu de travail via des outils numériques, permettant aux départements de définir des lignes directrices pour la mise en œuvre de mesures de sécurité axées sur la technologie.
- ✓ **France (Code du travail numérique):** Intègre des règles sur le travail assisté par robot afin de minimiser les risques dans la collaboration homme-robot, garantissant la sécurité tout en abordant les préoccupations éthiques.
- ✓ **Allemagne (Normes DGUV 100-500, 2024):** Établit des exigences obligatoires pour les employeurs utilisant des robots industriels, garantissant que des évaluations des risques et des mesures de sécurité soient mises en place.

## ► Droit à la déconnexion:

- ✓ Adopté au Luxembourg (2023) et dans plusieurs pays (France, Canada, Allemagne, etc.) pour réduire le burnout et la surveillance numérique.
- ✓ Régule l'utilisation des communications liées au travail en dehors des heures de travail, protégeant le temps personnel des travailleurs et leur santé mentale.

## ► Télétravail et plateformes numériques:

- ✓ Depuis le début de la pandémie de COVID-19, l'Autriche, la Grèce, la Lettonie, le Portugal, la Roumanie, la Slovaquie et l'Espagne ont introduit des législations sur le télétravail. Certaines législations mettent l'accent sur la classification correcte des travailleurs de plateformes afin d'étendre les protections en matière de SST.

# Cadre réglementaire traitant des risques potentiels découlant des nouvelles technologies

## ► Accords de conventions collectives:

- ✓ **Norvège:** Un accord collectif de 2016 entre Telenor, la Confédération des entreprises norvégiennes et la Confédération des syndicats norvégiens traite de l'utilisation de l'IA en milieu de travail, stipulant que les employés doivent être informés et que les contrôles de l'IA doivent être justifiés et transparents.
- ✓ **Espagne:** Un accord collectif 2023-2024 avec Tekniker garantit le droit à la déconnexion des employés, interdisant les communications liées au travail en dehors des heures de travail.
- ✓ **Suède:** Dans la mine de Kurina, un accord de 2022 stipule que l'application mobile avec surveillance par IA est limitée à des fins de sécurité et ne doit pas être utilisée pour suivre ou mesurer la productivité.
- ✓ **Royaume-Uni:** En 2019, le syndicat GMB a conclu un accord avec Hermes pour aborder la gestion de la flotte algorithmique, accordant aux syndicats le droit de réaliser des évaluations de la santé et de la sécurité après des incidents, permettant ainsi d'identifier les cas où l'AM soulève des préoccupations en matière de sécurité. Les syndicats régulent la surveillance numérique des travailleurs.
- ✓ **Allemagne:** En 2022, l'affilié de UNI Global Union, ver.di, a signé un accord de numérisation de 3 ans pour les travailleurs de H&M, renforçant leurs droits de participation sur les questions liées à la numérisation.

## ► Inspections du travail:

- ✓ **Le Secrétariat d'État au Travail et à la Prévoyance sociale du Mexique:** Utilise un modèle de projection des risques basé sur l'IA qui analyse 1,5 million d'infections passées pour identifier les zones présentant une probabilité plus élevée de non-conformité. Il peut également détecter des motifs liés aux maladies professionnelles et aux risques pour des actions préventives.
- ✓ **L'Autorité norvégienne d'inspection du travail:** A développé un outil d'analyse prédictive qui utilise les big data pour identifier les entreprises à haut risque pour les inspections de santé et de sécurité, permettant de cibler les inspections de manière plus efficace.

# Initiatives de sensibilisation

## ► Renforcer la SST grâce aux outils numériques:

- ✓ **Argentine:** *Libro Blanco* – Stratégies pour utiliser la numérisation, l'IA et les outils d'analyse de données afin de moderniser les pratiques de SST.
- ✓ **Canada (Colombie-Britannique):** *WorkSafeBC* – Boîte à outils pour suivre les blessures et les données de réclamations, intégrant la SST dans la planification financière.
- ✓ **France:** *IA pour la SST 2035* – Analyse du rôle de l'IA dans la prévention des accidents et l'amélioration de la sécurité au travail.

## ► Faire face aux risques de SST liés à la numérisation, à l'automatisation et à la robotique:

- ✓ **Australie:** *Lignes directrices pour les robots collaboratifs sécurisés* – Évaluations des risques, listes de vérification pour les lieux de travail.
- ✓ **États-Unis:** *Normes de sécurité pour les robots industriels* – Mises à jour continues pour les robots collaboratifs.
- ✓ **Chili:** *Guide sur la numérisation et l'automatisation du travail* – Comprend la gestion des risques liés à l'ergonomie, à la gestion des données et à l'automatisation.
- ✓ **Nouvelle-Zélande:** *Lignes directrices sur l'automatisation et la robotique* – Implication active des travailleurs, formations et audits de sécurité.
- ✓ **Irlande:** *Évaluation des risques psychosociaux* – Soutien aux personnes exposées à du contenu sensible (comme les modérateurs de contenu).

## ► Orientations fournies par les organisations d'employeurs:

- ✓ **États-Unis:** *Robotic Industries Association* – Normes de sécurité pour les robots mobiles industriels et directives pour l'atténuation des risques.
- ✓ **Japon:** *Programme de sécurité et de formation en robotique* – Évaluations des risques et gestion de la sécurité pour les robots de

# Programmes de formation

- ▶ **Les autorités publiques et d'autres organismes soutiennent les employeurs et les travailleurs dans la gestion des risques associés aux technologies numériques sur le lieu de travail.**
  - ✓ **Brésil:** *Service social pour l'industrie* – Interaction sécurisée avec l'IA et la robotique, en mettant l'accent sur l'ergonomie et la santé mentale.
  - ✓ **Canada:** *Workplace Safety & Prevention Services* – Formations sur la sécurité de l'IA et de la robotique dans les secteurs à haut risque.
  - ✓ **Chili:** *ChileValora* – Formations sur la sécurité liée à l'IA et à la robotique pour les travailleurs des mines, de l'industrie manufacturière et de l'énergie.
  - ✓ **Émirats arabes unis:** *Programme national pour l'IA* – Formations sur l'IA pour les employés du secteur public chargés de son intégration.
  - ✓ **Pologne:** *Institut central pour la protection du travail* – Sécurité liée à l'IA et à la robotique dans des secteurs comme l'industrie manufacturière, la logistique et les soins de santé.
  - ✓ **Singapour:** *Conseil pour la sécurité et la santé au travail* – Certification en matière de sécurité pour l'IA et la robotique dans la construction et la logistique.

# Recherches sur les effets de la numérisation sur la SST

- ▶ **Générer des données probantes pour orienter la transformation numérique des milieux de travail.**
  - ✓ **Autriche:** *Work NEW 4.0* - Impact de l'IA et de l'automatisation sur la SST, collaboration entre le milieu universitaire et l'industrie.
  - ✓ **Canada:** *IRSST Bulletin* – Mises à jour régulières sur les recherches en IA et SST destinées aux parties prenantes..
  - ✓ **Chili:** *Autorité de la Superintendance de la Sécurité Sociale – IA et dispositifs portables pour la surveillance de la sécurité en temps réel.*
  - ✓ **Nouvelle-Zélande:** *Robotics, Automation & Sensing Network* - Conférences sur la sécurité numérique au travail.
  - ✓ **Suède:** *Karolinska Institute New World of Work* - Impact de l'IA sur le bien-être des travailleurs et les négociations.
  - ✓ **États-Unis d'Amérique:** *NIOSH AI & Robotics Research* - Subventions pour l'innovation en matière de sécurité fondée sur l'IA, la prévention des accidents et les exosquelettes.



# Gestion de la numérisation et de la SST au travail

## Mise en œuvre d'un système complet de gestion de la SST

### ► Éléments principaux (Principes directeurs ILO OSH 2001):

- ✓ **Politique:** En consultation avec les travailleurs, formuler une politique claire en matière de SST qui reflète un engagement en faveur de la sécurité et la santé, y compris lors de l'intégration de nouvelles technologies et de nouveaux processus.
  - ✓ **Organisation:** Définir les rôles et responsabilités de la SST, en promouvant la participation active et la consultation des travailleurs, en particulier pour l'intégration de nouvelles technologies et des mesures de SST associées.
  - ✓ **Planification et mise en œuvre:** Identifier de manière systématique les dangers et les risques, mettre en place des mesures de prévention et de protection adaptées aux risques liés aux nouvelles technologies.
  - ✓ **Évaluation:** Surveiller et mesurer la performance en matière de SST, s'assurer régulièrement du respect des normes de SST par le biais d'audits, et vérifier l'efficacité des mesures de contrôle liées aux nouvelles technologies.
  - ✓ **Action en vue de l'amélioration:** Mise en œuvre d'actions correctives basées sur les évaluations, en révisant les politiques et procédures de SST pour faire face à l'évolution des risques induits par les changements technologiques.
- **Une action efficace sur le lieu de travail, ancrée dans une culture forte de la sécurité et une participation active des travailleurs, est essentielle pour que les nouvelles technologies renforcent – et non compromettent – la sécurité et le bien-être des travailleurs.**
  - **Une approche collaborative permet de créer des environnements de travail plus sûrs et plus réactifs.**

# Intégrer les nouvelles technologies à la gestion des risques pour améliorer la SST

<p><b>Plus efficace</b></p>  <p><b>Moins efficace</b></p>	<p><b>Élimination</b> Retirer physiquement le danger et éviter les technologies à haut risque</p>	Remplacer l'entrée physique par des drones ou des robots chenilles	Automatisation robotique des processus pour les tâches répétitives	Robotique pour éloigner les travailleurs des tâches et environnements dangereux
	<p><b>Substitution</b> Utiliser des alternatives plus sûres</p>	Simulations immersives en réalité virtuelle pour le développement des compétences	Exosquelettes pour faciliter la manutention manuelle / Cobots pour partager la charge de travail	Matériaux issus de la nano-ingénierie pour remplacer les substances dangereuses par des alternatives plus sûres
	<p><b>Contrôles techniques</b> Isoler les personnes du danger grâce à des dispositifs de sécurité, l'automatisation et des barrières</p>	Systèmes de surveillance en temps réel pour le suivi continu des conditions environnementales dans les espaces confinés	Vision par ordinateur pour identifier les risques ergonomiques	Capteurs et dispositifs portables pour surveiller en temps réel l'exposition des travailleurs aux dangers
	<p><b>Contrôles administratifs</b> Modifier la manière de travailler à travers des politiques, une planification et des formations</p>	Systèmes numériques de permis de travail pour l'évaluation et l'autorisation avant l'entrée	Ludification et simulation de la formation ergonomique pour impliquer les travailleurs et les éduquer aux bonnes pratiques	Formation en réalité virtuelle et augmentée pour la reconnaissance des risques et la réponse d'urgence
	<p><b>EPI</b> Protéger le travailleur avec des EPI en dernier recours</p>	Détecteurs de gaz portables pour la surveillance continue et les alertes immédiates	EPI intelligents avec capteurs intégrés pour détecter et signaler les postures incorrectes ou les surcharges	EPI intelligents avec capteurs intégrés pour surveiller les constantes vitales des travailleurs

Source: Safetytech Accelerator

La participation des travailleurs est essentielle pour identifier les risques et garantir des mesures de sécurité pratiques.

# Points importants à retenir

- ▶ **Automatisation et Robotique de Pointe:** Réduire les expositions dangereuses, prévenir les troubles musculosquelettiques et éliminer les tâches répétitives et monotones.
- ▶ **Outils et systèmes de surveillance intelligents pour la SST:** Permettre la détection en temps réel des dangers et utiliser l'analyse prédictive pour soutenir une gestion proactive de la SST.
- ▶ **Réalité étendue et réalité virtuelle:** Soutenir les formations et les inspections, améliorer l'identification des risques et la préparation aux situations d'urgence.
- ▶ **Gestion algorithmique du travail:** Optimiser la planification, l'attribution des tâches, la répartition de la charge de travail et la gestion des effectifs.
- ▶ **Évolution des modalités de travail liée à la numérisation:** Accroître l'accès à l'emploi, augmenter la flexibilité et améliorer l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée.

Des recherches plus approfondies sont nécessaires pour comprendre les effets à long terme des technologies numériques sur la SST et garantir une mise en œuvre éclairée.

- ✓ Davantage de données sont nécessaires sur les avantages potentiels et les effets négatifs sur la SST dans tous les secteurs, comment la hausse ou la baisse des accidents du travail et des maladies professionnelles.
- ✓ Une collaboration renforcée entre les gouvernements, le milieu universitaire et les partenaires sociaux est nécessaire afin de combler les lacunes en matière de recherche et soutenir des stratégies étayées par des faits pour rendre les environnements de travail numériques plus sûrs et plus sains.

# Références

- Australian Water Association. 2023. "Melbourne Water Grabs Gong for VR Tech Use in Hazard Identification." Australian Water Association, November 9, 2023. <https://www.awa.asn.au/resources/latest-news/technology/innovation/melbourne-water-grabs-gong-for-vr-tech-use-in-hazard-identification>
- Babashahi, Leili, Carlos Eduardo Barbosa, Yuri Lima, Alan Lyra, Herbert Salazar, Matheus Argôlo, Marcos Antonio de Almeida, and Jano Moreira de Souza. 2024. "AI in the Workplace: A Systematic Review of Skill Transformation in the Industry". *Administrative Sciences* 14 (6): 127. <https://doi.org/10.3390/admsci14060127>.
- Borikar, Ganesh P., Chaitanya Gharat, and Sachin R. Deshmukh. 2022. "Application of Drone Systems for Spraying Pesticides in Advanced Agriculture: A Review". *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 1259 012015. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1259/1/012015>.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2024. "NIOSH-Developed Tools for Monitoring Respirable Crystalline Silica in the Mining Environment | Blogs | CDC." *Cdc.gov*. November 4. <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2024/11/04/monitoring-rcs-mining/>.
- Datta, Namita, Chen Rong, Sunamika Singh, Clara Stinshoff, Nadina Jacob, Natnael Simachew Nigatu, Mpumelelo Nxumalo, and Luka Kimaviciute. 2023. *Working Without Borders: The Promise and Peril of Online Gig Work*. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/ebc4a7e2-85c6-467b-8713-e2d77e954c6c>.
- Dogan, Onur, and Asli Akcamete. 2019. "Detecting Falls-from-Height with Wearable Sensors and Reducing Consequences of Occupational Fall Accidents Leveraging IoT". In *Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering*, edited by Ivan Mutis and Timo Hartmann, 207–14. Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6_25).
- Haddadin, Simon, Dirk Wilhelm, Daniel Wahrmann, Fabio Tenebruso, Hamid Sadeghian, Abdeldjalil Naceri, and Sami Haddadin. 2024. "Autonomous Swab Robot for Naso- and Oropharyngeal COVID-19 Screening". *Scientific Reports* 14 (January):142. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50291-1>.
- Hoey, Iain. 2024. "FLAIM Systems highlights immersive learning technology to boost recruitment in fire departments". *International Fire & Safety Journal*. <https://internationalfireandsafetyjournal.com/australian-fire-departments-adopt-immersive-learning-toaddress-recruitment-challenges/>.
- ILO 2021b. *Exposure to Hazardous Chemicals at Work and Resulting Health Impacts: A Global Review*. <https://www.ilo.org/publications/exposure-hazardous-chemicals-work-and-resulting-health-impacts-global> (International Labour Organization, 2021).
- ILO 2021c. *Teleworking Arrangements during the COVID-19 Crisis and Beyond*. <https://www.ilo.org/publications/teleworkingarrangements-during-covid-19-crisis-and-beyond> (International Labour Organization, 2021).
- ILO. 2021e. *World Employment and Social Outlook. The Role of Digital Labour Platforms in Transforming the World of Work*. <https://www.ilo.org/publications/flagship-reports/role-digital-labour-platforms-transforming-world-work> (International Labour Organization, 2021).
- ILO. 2024c. *Realizing Decent Work in the Platform Economy*. <https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-07/ILC113-V%281%29-%5BWORKQ-231121-002%5D-Web-EN.pdf> (International Labour Organization 2024).
- ILO/European Commission. 2024. *Algorithmic Management Practices in Regular Workplaces: Case Studies in Logistics and Healthcare*. <https://www.ilo.org/publications/algorithmic-management-practices-regular-workplaces-case-studies-logistics> (International Labour Organization and European Commission, 2024).
- Jensen, Beth. 2024. "Exploring the Complex Ethical Challenges of Data Annotation". <https://hai.stanford.edu/news/exploring-complex-ethical-challenges-data-annotation>. 10 July 2024.
- Judge, Ladan. 2023. "What Is Forced Labor in the Technology Industry Supply Chain?" <https://www.z2data.com/insights/what-is-forced-labor-in-the-technology-industry-supply-chain> (Z2Data, 2023).
- Landrigan, Philip, Stephan Bose-O'Reilly, Johanna Elbel, Gunnar Nordberg, Roberto Lucchini, Casey Bartrem, Philippe Grandjean, Donna Mergler, Dingani Moyo, Benoit Nemery, Margrit von Braun, and Dennis Nowak on behalf of the Collegium Ramazzini. 2022. "Reducing Disease and Death from Artisanal and Small-Scale Mining (ASM) - the Urgent Need for Responsible Mining in the Context of Growing Global Demand for Minerals and Metals for Climate Change Mitigation". *Environmental Health* 21 (1): 78. <https://doi.org/10.1186/s12940-022-00877-5>.
- Muldoon, James, Mark Graham, and Callum Cant. 2024. *Feeding the Machine. The Hidden Human Labour Powering AI*. Bloomsbury Publishing.
- Owen-Hill, Alex. 2022. "Five Highly Dangerous Jobs That Robots Can Do Safely". In *Smart Manufacturing*, 415–18. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119846642.other8>.
- Persson, Marcus, David Redmalm, and Clara Iversen. 2021. "Caregivers' Use of Robots and Their Effect on Work Environment – a Scoping Review". *Journal of Technology in Human Services* 40 (3): 251–77. <https://doi.org/10.1080/15228835.2021.2000554>.
- PWC. 2020. "PwC's Study into the Effectiveness of VR for Soft Skills Training". <https://www.pwc.co.uk/issues/technology/immersive-technologies/study-into-vr-training-effectiveness.html> (PwC, 2020).
- Ragno, Luca, Alberto Borboni, Federica Vannetti, Cinzia Amici, and Nicoletta Cusano. 2023. "Application of Social Robots in Healthcare: Review on Characteristics, Requirements, Technical Solutions". *Sensors* 23 (15): 6820. <https://doi.org/10.3390/s23156820>.
- Rani, Uma, and Rishabh Kumar Dhir. 2024. "AI-Enabled Business Model and Human-in-the-Loop (Deceptive AI): Implications for Labor." In *Handbook of Artificial Intelligence at Work*, edited by Martha Garcia-Murillo, Ian MacInnes, and Andrea Renda, 47–75. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781800889972.00011>.
- Rani, Uma, Morgan, Williams, and Nora Gobel. Forthcoming. *The Human Cogs in the AI Machine: Experiences of Data Annotation and Content Moderation Workers in the BPO Sector in India and Kenya*. ILO Working Paper.
- Rawat, R., and R. Yadav. 2021. "Big Data: Big Data Analysis, Issues and Challenges and Technologies". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1022: 012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1022/1/012014>.
- Seoul Metropolitan Government. 2021. *Seoul Adopts AI & IoT Safety Management to Prevent Construction and Building Accidents*. September 24, 2021. <https://english.seoul.go.kr/seoul-adopts-ai-iot-safety-management-to-prevent-construction-and-building-accidents/>
- State of Qatar, Ministry of Labour. 2022. "Ministry of Labour Launches Training Program for Inspectors Using VR Technology". 2022. <https://www.mol.gov.qa/En/mediacenter/Pages/NewsDetails.aspx?itemid=65>.
- WHO. 2024. "WHO Launches an Innovative Virtual Reality Training Tool on Ship Sanitation Inspection". <https://www.who.int/europe/news/item/03-01-2024-who-launches-an-innovative-virtual-reality-training-tool-on-ship-sanitation-inspection> (World Health Organization, 2024).
- Wilson Center. 2021. "The DRC Mining Industry: Child Labor and Formalization of Small-Scale Mining". <https://www.wilsoncenter.org/blog-post/drc-mining-industry-child-labor-and-formalization-small-scale-mining> (Wilson Center, 2021).