

Sécurité

Robots et robots collaboratifs

Sur cette page

[Que sont les robots et les robots collaboratifs?](#)

[Existe-t-il des normes de sécurité pour les robots et les robots collaboratifs?](#)

[Quels sont les dangers et les soucis associés aux robots et aux robots collaboratifs?](#)

[Que faut-il prendre en compte dans l'évaluation des dangers et des risques associés aux robots et aux robots collaboratifs?](#)

[Quelles sont les mesures de contrôle possibles pour les robots et les robots collaboratifs?](#)

Que sont les robots et les robots collaboratifs?

Les robots et les appareils du même type sont courants sur certains lieux de travail, mais les progrès technologiques permettent d'accroître la diversité des systèmes robotiques. Les innovations dans les mécanismes d'assurance de la sécurité et les technologies d'interaction intuitives permettent des interactions plus étroites que jamais entre le robot et l'humain.

Les robots industriels comprennent des bras automatisés puissants et lourds qui effectuent des tâches telles que le soudage, la peinture ou l'assemblage de composants à l'intérieur d'une enceinte physique comme une cage. Les robots offrent des avantages considérables en matière de sécurité en effectuant des tâches dangereuses ou malavisées pour les travailleurs humains. Par exemple, les robots peuvent effectuer des tâches répétitives ou qui nécessitent des positions ou des mouvements contraignants, permettant ainsi de protéger les travailleurs des risques de blessures musculo-squelettiques. Les robots travaillent également dans des environnements dangereux pour l'humain, comme pour le nettoyage des déversements de produits chimiques.

Les robots collaboratifs effectuent également ce type de tâches, mais ils ont des mécanismes de sécurité intégrés qui leur permettent de travailler plus étroitement avec les humains. Les robots collaboratifs peuvent aider dans la réalisation de tâches complexes qui ne peuvent pas être entièrement automatisées. Les interactions entre l'humain et le robot collaboratif peuvent comprendre la remise de pièces et de matériaux au robot ou un processus d'« enseignement » dans lequel les travailleurs guident le robot à faire un mouvement souhaité, que le robot répétera par la suite. Les systèmes robotiques collaboratifs permettent aux robots et aux humains d'utiliser leurs forces respectives : d'un côté, la puissance, la précision, l'endurance et la constance du robot, et de l'autre, la créativité, l'intelligence, la capacité d'adaptation, la dextérité, la sensibilité au toucher et la capacité de résolution de problèmes de l'humain.

Existe-t-il des normes de sécurité pour les robots et les robots collaboratifs?

Le domaine de la robotique et des robots collaboratifs est en pleine évolution. À l'heure actuelle, la norme canadienne CAN/CSA-Z434-F03 (C2013) sur les « Robots industriels et systèmes robotiques : Exigences générales de sécurité » porte sur la fabrication, la reprise, la remise à neuf, l'installation, la protection, l'entretien, la réparation, la mise à l'essai et la mise en route, et énonce les exigences en matière de formation du personnel pour les robots industriels et les systèmes robotiques.

Les normes internationales de sécurité pour les robots industriels comprennent les parties 1 et 2 de la norme ISO 10218 concernant les « Robots pour environnements industriels – Exigences de sécurité » ainsi que la norme ANSI/RIA R15.06 intitulée « Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements » portant sur les exigences de sécurité pour les robots industriels et les systèmes robotiques. Ces normes décrivent les dangers associés aux robots industriels et fournissent des directives pour éliminer ou réduire les risques associés à ces dangers.

Les normes internationales de sécurité pour les robots collaboratifs comprennent la norme ISO/TS 15066 sur les « Robots et dispositifs robotiques – Robots coopératifs » ainsi que le rapport technique ANSI/RIA R15.606 intitulé « Technical Report for Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements – Collaborative Robots » portant sur les exigences de sécurité pour les robots collaboratifs. Ces normes fournissent des renseignements importants sur la façon d'utiliser un système de robot collaboratif pour préserver la sécurité du collaborateur humain.

Certaines administrations ont également inclus des exigences relatives aux robots dans leur législation sur la santé et la sécurité. Par exemple, le code de santé et de sécurité au travail de l'Alberta exige que les systèmes de robots industriels soient conformes à la norme CAN/CSA-Z434-F03 (C2013) de la CSA et énonce les obligations précises de l'employeur pour les travailleurs qui instruisent (ou programment) un robot.

Quels sont les dangers et les soucis associés aux robots et aux robots collaboratifs?

Les dangers potentiels associés à l'utilisation de systèmes robotisés sont entre autres :

Impact, collision ou autres situations où une personne est heurtée par un objet ou coincée entre des objets : des mouvements inattendus, des défauts ou des modifications de programme peuvent entraîner un contact entre le système robotique et les travailleurs et causer des blessures en fonction de la force de l'impact.

Écrasement ou piégeage : des parties du corps d'un travailleur peuvent être coincées à l'intérieur d'un système robotique ou entre certains de ses composants.

Projection d'objets : une défaillance mécanique du système robotique peut entraîner le largage de pièces, la défaillance des mécanismes de préhension ou la défaillance des outils électriques et provoquer la libération de projectiles.

Dangers hydrauliques et pneumatiques : la rupture de conduites hydrauliques ou pneumatiques peut provoquer le fouettage de tuyaux et de dangereux jets de coupe de haute pression qui peuvent causer des lésions physiques. Les ruptures et les fuites peuvent également entraîner une exposition à des liquides dangereux qui peuvent être toxiques ou inflammables. La perte de pression due à une rupture ou à une fuite peut également entraîner des risques d'impact ou d'écrasement si un composant du système robotique tombe sur un travailleur ou bascule vers lui.

Dangers électriques : l'alimentation et les câbles du système robotique peuvent être une source de dangers électriques, tels que les éclats d'arc électrique, les décharges électriques ou les incendies.

Glissade, trébuchement et chute : les déversements, les fuites, l'équipement, les câbles d'alimentation et les flexibles peuvent tous être à l'origine de risques de trébuchement et de chute.

Autres dangers : D'autres dangers peuvent provenir d'un défaut du système : défaillances mécaniques, défauts du système d'alimentation ou défaillance du système de commande du robot due à des erreurs de logiciel ou à des perturbations électromagnétiques ou radioélectriques. Les dangers peuvent également être causés par une erreur humaine lors de l'intégration ou de la programmation du robot, des erreurs de montage et d'installation, l'accès non autorisé à la zone de travail du robot, l'exposition à des facteurs environnementaux tels que l'eau et la poussière, des contraintes de temps et d'autres contraintes du milieu de travail.

Autres risques propres à l'utilisation des robots collaboratifs

Alors que les robots industriels traditionnels sont physiquement séparés des travailleurs humains pour éviter tout contact, les robots collaboratifs peuvent travailler à proximité des travailleurs et parfois même être en contact avec les travailleurs dans le cadre de leurs fonctions normales. Les robots collaboratifs sont dotés de mesures de sécurité intégrées pour éviter les contacts dangereux. Par exemple, un robot collaboratif peut être conçu pour ralentir ou s'arrêter lorsqu'il détecte un travailleur à proximité afin d'éviter toute blessure.

Dans la norme ISO/TS 15066:2016 sur les « Robots et dispositifs robotiques – Robots coopératifs » (R2019), l'Organisation internationale de normalisation exige que les robots collaboratifs utilisent l'une des quatre mesures de sécurité suivantes :

1. **Contrôle de la vitesse et de la distance de séparation** : Cette fonction de sécurité fait appel à des capteurs pour indiquer au robot collaboratif qu'un travailleur se trouve à proximité. En fonction de sa proximité avec le travailleur, le robot peut ralentir, changer de direction pour s'éloigner du travailleur ou s'arrêter complètement.
2. **Guidage manuel** : Cette fonction de sécurité permet au robot collaboratif de se déplacer uniquement lorsqu'il est sous le contrôle d'un opérateur. Par exemple, un travailleur peut guider le robot pour saisir une caisse lourde et la placer sur un véhicule. Dans ce cas, le robot collaboratif ne se déplacera pas sans que l'employé n'appuie sur un dispositif de commande de maintien en marche et ne guide physiquement ses mouvements.
3. **Limitation de la puissance et de la force** : Cette fonction de sécurité limite la pression et la force qui peuvent être appliquées lorsque le robot collaboratif entre en contact. La limitation de la vitesse, de la force et de la puissance du robot permet un contact physique entre les robots collaboratifs et les travailleurs. Cette limitation réduit également le degré de force que les robots collaboratifs peuvent exercer s'ils frappent accidentellement une personne. Les robots collaboratifs dotés de fonctions de limitation de la puissance et de la force sont généralement beaucoup plus lents et manipulent des objets plus légers. Ces robots ont également tendance à avoir des bords arrondis et des surfaces souples pour réduire le risque de blessure en cas de contact.
4. **Arrêt nominal de sécurité contrôlé** : Le robot collaboratif cessera de bouger lorsqu'il détecte qu'un travailleur entre dans son espace de travail, comme c'est le cas dans les méthodes utilisées avec les robots industriels classiques.

Les technologies de contrôle de la vitesse et de la distance de séparation et de limitation de la puissance et de la force sont couramment utilisées ensemble, de sorte que les robots collaboratifs peuvent fonctionner à grande vitesse lorsque les travailleurs ne sont pas dans la zone de travail, mais ralentissent lorsque des travailleurs entrent dans la zone, de sorte que le contact peut se produire sans causer de blessure.

Bien que ces caractéristiques internes favorisent la sûreté des interactions entre le robot et l'humain, il est important de garder à l'esprit que les robots collaboratifs ne sont pas intrinsèquement sécuritaires. La façon dont le robot collaboratif est configuré, programmé et utilisé en milieu de travail peut créer des dangers potentiels. Par exemple, un robot collaboratif pourrait être chargé de ramasser des objets ou des composants tranchants, ce qui pourrait blesser les travailleurs en cas de contact. L'interaction d'un robot collaboratif avec d'autres équipements ou robots peut également présenter des dangers supplémentaires. Par conséquent, il est essentiel d'évaluer les dangers et les risques associés au robot collaboratif ainsi qu'à la façon dont il sera utilisé sur le lieu de travail.

Des études ont montré que l'intégration de la collaboration entre les humains et les robots a le potentiel d'avoir une influence positive et une influence négative sur le niveau de stress et la charge de travail des travailleurs. En outre, ceux-ci peuvent se sentir contraints de suivre le rythme et le taux de productivité du robot collaboratif, ce qui pourrait entraîner des risques de blessures musculo-squelettiques. Une collaboration accrue avec les robots peut également réduire le contact des travailleurs avec leurs collègues et avoir une incidence sur leur soutien social au travail. Cet isolement peut avoir une incidence négative sur la santé mentale des travailleurs.

Que faut-il prendre en compte dans l'évaluation des dangers et des risques associés aux robots et aux robots collaboratifs?

Pour garantir la sécurité de toutes les personnes concernées, il convient de recenser les dangers et d'évaluer les risques à chaque étape du processus, notamment l'intégration, l'exploitation et l'entretien du robot. Le moment idéal pour effectuer une analyse complète des dangers et une évaluation exhaustive des risques est la première fois que le robot est intégré en milieu de travail. Les personnes responsables de l'intégration et de la programmation du robot devraient avoir reçu une formation approfondie et acquis des connaissances détaillées sur les éléments qui doivent être programmés, la façon d'interagir avec le système robotique et les fonctions de commande du robot et de l'équipement connexe. Par conséquent, ils représentent un atout pour l'équipe d'évaluation des risques.

Il est recommandé d'adopter une démarche d'évaluation des risques axée sur les tâches. Répertorier toutes les tâches qui seront effectuées dans le cadre de la programmation, de l'exploitation et de l'entretien du système robotique. Recenser ensuite les dangers et évaluer les risques associés à chaque tâche.

Pour l'évaluation des risques et des dangers associés à un système robotique, le chapitre du manuel technique de l'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) portant sur les systèmes robotisés industriels recommande de prendre en considération les aspects suivants :

- Tâches qui seront programmées;

- Procédures de démarrage et de commande ou de programmation;
- Conditions environnementales;
- Emplacement et exigences d'installation;
- Erreurs possibles du travailleur;
- Entretien prévu et imprévu;
- Défaillances possibles du robot et du système;
- Mode et procédures de fonctionnement normal;
- Situations et procédures d'urgence;
- Toutes les tâches et les responsabilités des travailleurs;
- Dangers typiques liés à l'utilisation particulière du robot.

Les systèmes robotiques similaires dans un même lieu de travail devraient chacun avoir fait l'objet d'une évaluation des risques distincte. Bien que les robots soient identiques, ils peuvent travailler sur des pièces ou des processus différents. En outre, leur positionnement physique dans l'établissement peut présenter des risques uniques (p. ex. un robot particulier peut se trouver près d'un mur, alors qu'un autre robot identique se trouve près d'une passerelle).

L'évaluation des risques liés aux systèmes robotiques devrait être effectuée par les dirigeants et les travailleurs connaissant les processus opérationnels du lieu de travail, le système robotique particulier utilisé et les méthodes d'évaluation des risques. Les travailleurs et les consultants tiers ayant une expertise spécialisée pertinente devraient également être invités à y participer.

La participation des travailleurs à l'évaluation des risques et des dangers est particulièrement importante dans le cas des robots collaboratifs. Les opérateurs possèdent une connaissance de la façon dont ils vont utiliser le robot collaboratif et peuvent donc signaler des dangers qui ne seraient pas relevés par d'autres évaluateurs.

Autres facteurs à prendre en considération dans l'évaluation des risques et des dangers liés aux robots collaboratifs

L'évaluation des risques et des dangers liés aux robots collaboratifs doit également tenir compte des cas où le travailleur et le robot entrent en contact. Déterminer les situations où le contact peut se produire, la partie du corps qui peut être touchée, le type de contact et la force admissible pour ce type de contact. Pour chaque type de contact, la norme ANSI/RIA R15.606-2016 indique la limite biomécanique autorisée pour la force et la pression de contact en fonction de la partie du corps touchée. Ces limites sont destinées à éviter la douleur lorsqu'un contact se produit.

Tenir compte des risques associés aux contacts transitoires de même qu'aux contacts quasi statiques.

Un **contact transitoire** se produit lorsque le mouvement du travailleur n'est pas limité au moment du contact.

Un **contact quasi statique** se produit lorsqu'une partie du corps de l'ouvrier ne peut pas se déplacer au moment du contact parce qu'elle est restreinte (p. ex. prise ou coincée entre le robot et un autre objet).

Quelles sont les mesures de contrôle possibles pour les robots et les robots collaboratifs?

Les mesures de contrôle des risques peuvent varier en fonction de l'industrie, du type de robot, du processus de travail et des pratiques de travail. Chaque mesure de réduction des risques comporte ses propres avantages et ses propres limites. Toutefois, les mesures de contrôle efficaces concorderont avec la [hiérarchie des mesures de contrôle](#). Cette hiérarchie aide les responsables du lieu de travail à classer les mesures de contrôle, du degré de protection le plus efficace au degré de protection le moins efficace. Les responsables du lieu de travail devront probablement utiliser une combinaison de différentes mesures de contrôle, y compris l'utilisation de dispositifs de protection, la réalisation d'inspections et de tests périodiques, l'élaboration de procédures opératoires normalisées, la prestation de programmes d'éducation et de formation ainsi que l'utilisation d'équipement de protection individuelle.

Dispositifs de protection

Les dispositifs de protection réduisent les risques en séparant physiquement les employés des systèmes robotiques pendant les opérations automatiques. Lorsque le robot est en mode automatique, tous les dispositifs de protection doivent être activés et les opérateurs humains ne doivent en aucun temps avoir accès à la zone.

Voici quelques exemples de dispositifs de protection :

- Dispositifs de détection de présence, tels que rideaux de lumière, tapis de sûreté, détecteurs à balayage de sécurité et systèmes de vision de sécurité;
- Barrières fixes ou protecteurs périmétriques tels que clôtures;
- Cages à verrouillage réciproque.

Dans la plupart des cas, le robot est programmé pour adopter automatiquement un état de sécurité, comme s'arrêter lorsqu'un travailleur entre dans l'espace protégé. Cependant, il existe certaines circonstances où les travailleurs doivent interagir avec un robot qui est encore actif (p. ex. lorsqu'un travailleur programme ou instruit le robot, ou pendant la phase d'essai après un entretien ou des réparations). Lorsque cette interaction doit se produire, le robot industriel doit être en mode manuel, dans lequel ses mouvements sont entièrement contrôlés par le travailleur à l'intérieur de l'espace protégé au moyen d'un dispositif d'activation, et le robot fonctionnera à une vitesse réduite pour réduire le risque de contact et minimiser le risque de blessure.

Des dispositifs d'avertissement peuvent être utilisés avec des dispositifs de protection pour avertir visuellement les travailleurs des zones comportant des risques accrus. Les dispositifs d'avertissement courants comprennent les clôtures, les chaînes ou les cordes avec poteaux de support, les lumières clignotantes, les panneaux d'avertissement, les sifflets ou les avertisseurs sonores.

Inspections, entretien et tests

L'inspection, l'entretien et la mise à l'essai périodiques du système robotique doivent être effectués pour vérifier que les conditions et la programmation du robot fonctionnent de la façon souhaitée. Les réglages de sécurité du robot, sa capacité d'arrêt automatique et la justesse des distances de séparation doivent également être vérifiés et testés périodiquement.

Dans l'élaboration d'un programme d'inspection, il faut tenir compte des dangers et des risques recensés dans l'évaluation réalisée ainsi que des recommandations du fabricant. Comme pour toutes les activités d'inspection et d'entretien, il est important de mettre en œuvre les procédures appropriées de [cadenassage/étiquetage](#) pour préserver la sécurité des travailleurs.

Tenir un registre des activités d'entretien ainsi que des inspections et des tests effectués et de leurs résultats. Ce registre peut aider les responsables du lieu de travail à faire le suivi du rendement du système robotique en matière de sécurité et à relever tout signe avant-coureur de nouveaux dangers.

Veiller à procéder à des tests préalables au fonctionnement selon les exigences et les besoins. Par exemple, un essai d'acceptation sur place est généralement effectué pour confirmer que le robot fonctionne de la façon prévue après son intégration sur le lieu de travail.

Procédures opératoires

Élaborer des programmes et des procédures pour chaque système robotisé utilisé sur le lieu de travail. Au minimum, des procédures doivent être rédigées pour :

- Les activités qui doivent être effectuées dans un ordre précis pour garantir la sécurité, comme pour entrer dans la zone protégée du robot et en sortir;

- Les activités qui peuvent susciter des risques inhabituels ou importants, comme le démarrage, l'arrêt des activités ou les événements d'urgence;
- Les activités complexes comme la programmation, l'entretien, la mise à l'essai et les procédures de cadenassage ou d'étiquetage de l'équipement.

S'assurer de faire connaître le programme et les procédures aux employés et de leur donner une formation à ce sujet.

Éducation et formation

Les employeurs et les travailleurs procédant à l'installation, à l'exploitation et à l'entretien de systèmes robotiques doivent connaître le système et les normes de sécurité qui s'appliquent. Toutes les personnes concernées doivent également comprendre non seulement la nature et la gravité des dangers potentiels, mais également la manière de pallier ces dangers. Toutes les personnes concernées doivent également faire la preuve de leur compétence à effectuer leur travail en toute sécurité. Les responsables du lieu de travail peuvent élaborer et mettre en œuvre un programme de formation sur la sécurité du travail avec des robots afin d'aider les travailleurs à acquérir les compétences nécessaires à l'exécution de tâches faisant appel aux robots.

Équipement de protection individuelle

Les responsables du lieu de travail doivent choisir l'équipement de protection individuelle (ÉPI) approprié en fonction des dangers et des risques recensés dans l'évaluation. L'ÉPI peut comprendre les éléments suivants :

- Casque de sécurité;
- Protection des mains en fonction de l'utilisation prévue (bords tranchants, chaleur, froid);
- Lunettes de sécurité;
- Chaussures de protection;
- Protecteur auditif;
- Protection contre les éclats d'arc électrique;
- Appareils respiratoires.

Confirmation des mesures de contrôle

En dernier lieu, il est toujours important de veiller à ce que les mesures de contrôle ne créent pas de nouveaux dangers. Par exemple, on doit s'assurer que les mesures de protection sélectionnées n'entravent pas la vision des travailleurs si une ligne de vision claire est nécessaire pour la sécurité. S'il est important d'avoir une bonne ligne de vue, mais que la protection ne peut pas être modifiée sans compromettre la sécurité, les responsables du lieu de travail peuvent envisager d'utiliser un système de caméra pour permettre la visualisation à distance.

Autres facteurs à prendre en considération pour réduire les risques associés aux robots collaboratifs

En suivant le principe de la hiérarchie des mesures de contrôle, déterminer d'abord si la collaboration entre l'humain et le robot est nécessaire et dans quelle mesure. Par exemple :

- Le processus peut-il être exécuté sans collaborateur humain?
- L'humain et le robot doivent-ils travailler simultanément sur le même objet?
- L'humain doit-il être en contact physique avec le robot ou l'objet sur lequel il travaille lorsque le robot est en mouvement?

En raison des risques que peut comporter un contact entre le robot et le travailleur, il ne faut recourir à la collaboration humain-robot qu'en cas de véritable nécessité.

Si la collaboration humain-robot est nécessaire, on doit s'assurer que le robot utilisé est conçu pour la collaboration. Plus précisément, veiller à ce que le robot dispose des fonctions de sécurité appropriées pour la tâche, telles que la surveillance de la vitesse et de la distance de séparation, le guidage manuel, la limitation de la puissance et de la force ou l'arrêt nominal de sécurité contrôlé.

Il pourrait être nécessaire que le robot collaborateur dispose de mesures de contrôle supplémentaires pour réduire les risques, notamment :

- Coins et bords arrondis;
- Matelassage sur les coins et les bords tranchants;
- Élimination des projections sur les surfaces;
- Éléments souples tels que ressorts limitant la force;
- Revêtement de protection lisse.

Les responsables du lieu de travail peuvent également utiliser des mesures administratives, telles que la délimitation claire de l'espace de collaboration où les travailleurs peuvent entrer en contact avec des systèmes robotiques. On peut également utiliser des signes qui avertissent les employés qu'ils sont sur le point d'entrer dans un espace de collaboration avec un robot.

Les risques psychosociaux potentiels liés à l'intégration de la collaboration entre les humains et les robots peuvent être atténués par l'engagement des travailleurs (et des syndicats, s'il y a lieu) dans le processus de planification et de mise en œuvre. Établir un climat de confiance en expliquant clairement pourquoi l'entreprise fait appel à des robots collaboratifs et en donnant à chacun la possibilité d'émettre son opinion. Favoriser l'acceptation des travailleurs en leur expliquant comment le robot collaboratif peut améliorer leur sécurité ou la qualité de leur travail, et indiquer clairement que le robot collaboratif ne remplacera pas les travailleurs. Pour obtenir des renseignements supplémentaires à ce sujet, consulter la fiche Réponses SST sur [l'intégration de nouvelles technologies en milieu de travail](#).

Date de la première publication de la fiche d'information : 2022-10-07

Date de la dernière modification de la fiche d'information : 2022-10-07

Avertissement

Bien que le CCHST s'efforce d'assurer l'exactitude, la mise à jour et l'exhaustivité de l'information, il ne peut garantir, déclarer ou promettre que les renseignements fournis sont valables, exacts ou à jour. Le CCHST ne saurait être tenu responsable d'une perte ou d'une revendication quelconque pouvant découler directement ou indirectement de l'utilisation de cette information.