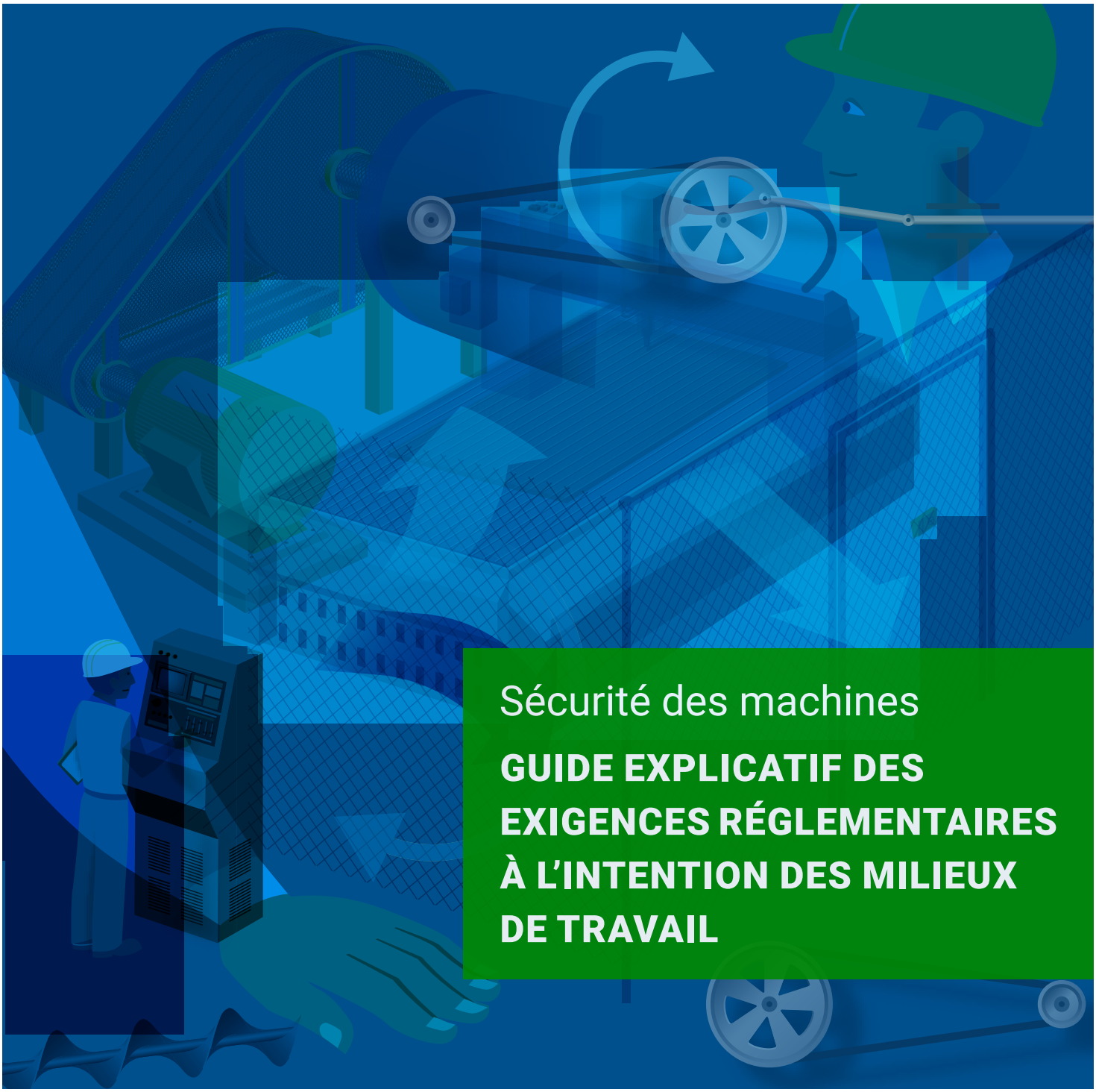


Sécurité des machines

GUIDE EXPLICATIF DES EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES À L'INTENTION DES MILIEUX DE TRAVAIL

Commission des normes, de l'équité,
de la santé et de la sécurité du travail

cnesst.gouv.qc.ca

CNESST

Ce document est réalisé par la Direction générale de la gouvernance et du conseil stratégique en prévention en collaboration avec la Direction générale des communications de la CNESST.

Illustrations :
Michel Rouleau : figures 2, 3, 4 (au centre), 6, 8, 10 à 20 et 22 à 25
Steve Bergeron : page couverture, figures 4 (à gauche et à droite) et 5
Les illustrations des figures 7 et 9 sont inspirées de celles de Réal Bourbonnière, tirées de la publication *Amélioration de la sécurité des machines par l'utilisation des dispositifs de protection* par l'IRSST et la CNESST.

L'impression ou la présentation à l'écran de ce document sont autorisées pour un usage personnel ou un usage non commercial dans un contexte de formation ou d'information. Il est interdit de le modifier ou d'en extraire les photographies, les illustrations ou le logo de la CNESST. Pour toute autre situation, veuillez nous écrire à droitdauteur@cnesst.gouv.qc.ca.

© Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail, 2024

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2024

ISBN 978-2-550-97322-5 (PDF)

Avril 2024
Pour obtenir l'information la plus à jour,
consultez notre site Web à **cnesst.gouv.qc.ca**.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction **5**

Prise en charge de la santé et de la sécurité du travail **6**

Aperçu de la réglementation en sécurité des machines **8**

La hiérarchie des mesures de prévention **8**

Définition d'une machine **10**

Définition d'une zone dangereuse **11**

Utilisation des normes en sécurité des machines **13**

Acquisition d'une machine **15**

Moyens de protection et systèmes de commande **16**

1. Les moyens de protection **16**

1.1. Le protecteur fixe 16

1.2. Le protecteur mobile avec dispositif de verrouillage 18

1.3. Le protecteur mobile avec dispositif d'interverrouillage 20

1.4. L'équipement de protection sensible 21

1.5. Le protecteur à fermeture automatique 22

1.6. Le dispositif de commande bimanuelle 24

1.7. Le protecteur commandant la mise en marche 26

1.8. Le protecteur réglable manuellement 27

1.9. Le dispositif de protection optoélectronique actif (AOPD) utilisé pour la commande de cycle 28

2. Le choix des moyens de protection **29**

3. Les attributs des moyens de protection **32**

4. La partie d'un système de commande relative à la sécurité **34**

5. La mise en marche et l'arrêt de la machine **37**

5.1. Prévention de la mise en marche et de l'arrêt accidentel 37

5.2. Arrêt d'urgence 38

6. Le mode de commande spécifique **40**

Utilisation sécuritaire d'une machine **42**

Maintien en bon état d'une machine **44**

Cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies **46**

Modification d'une machine **46**

Bibliographie **50**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 — Types de norme selon ISO 12100 13
Tableau 2 — Famille d'équipements de protection sensible 21
Tableau 3 — Moyens de protection en fonction de la nécessité d'accéder à la zone dangereuse 29
Tableau 4 — Précisions concernant l'article 181 du RSST 33
Tableau 5 — Exemples de modifications VS implication requise d'un ingénieur 48

LISTE DES FIGURES

Figure 1 — Hiérarchie des mesures de prévention inspirée de la norme CSA Z432 9
Figure 2 — Éléments définissant une machine 10
Figure 3 — Zone dangereuse du banc de scie 11
Figure 4 — Exemples d'éléments mobiles de transmission d'énergie 12
Figure 5 — Protecteur fixe enveloppant pour protéger les éléments mobiles de transmission d'énergie 16
Figure 6 — Compacteur à carton 18
Figure 7 — Principe de fonctionnement d'un dispositif de verrouillage constitué d'un interrupteur de position électromécanique 19
Figure 8 — Interrupteur magnétique 19
Figure 9 — Illustration du blocage d'un protecteur avec dispositif d'interverrouillage 20
Figure 10 — Presse hydraulique protégée par rideau lumineux 22
Figure 11 — Banc de scie avec protecteur à fermeture automatique 23
Figure 12 — Scie à onglet avec protecteur à fermeture automatique 23
Figure 13 — Dispositif de commande bimanuelle 24
Figure 14 — Coupe-légumes avec protecteur commandant la mise en marche 26
Figure 15 — Protecteur réglable manuellement sur une scie à ruban verticale 27
Figure 16 — Système de levage qui écrase le travailleur 31
Figure 17 — Schéma des parties du système de commande relatives à la sécurité 34
Figure 18 — Robot dans une enceinte 36
Figure 19 — Plateforme élévatrice qui écrase le travailleur 37
Figure 20 — Bouton d'arrêt d'urgence et câble d'arrêt d'urgence 39
Figure 21 — Schéma représentant l'article 188 du RSST 40
Figure 22 — Exemple d'intervention en mode réglage 41
Figure 23 — Accident mortel causé par l'entraînement d'un foulard par un arbre de transmission 42
Figure 24 — Mélangeur impliqué dans l'accident 45
Figure 25 — Tracteur modifié avec commandes en avant de la roue 49

INTRODUCTION

Les travailleuses et les travailleurs peuvent subir des lésions graves à cause des machines. Afin de prévenir les accidents, les machines utilisées en milieu de travail doivent être sécuritaires, utilisées adéquatement et bien entretenues.

La section XXI – Machines du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST) a pour objet d'établir les exigences de sécurité liées à la conception, à la fabrication, à la modification, à l'utilisation, à l'entretien et à la réparation de toute machine mise en service dans un établissement ou destinée à l'être, notamment dans le cadre de sa vente, de sa distribution ou de sa location.

Les dispositions de cette section du RSST s'appliquent également aux travaux d'aménagement forestiers ainsi qu'aux mines, dans la mesure où ces dispositions sont conciliables avec, respectivement, celles du *Règlement sur la santé et la sécurité dans les travaux d'aménagement forestier* (RSSTAF) et celles du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail dans les mines* (RSSM).

Ce guide est mis à la disposition des employeurs ainsi que des travailleuses et des travailleurs dans l'objectif de les soutenir dans leurs efforts de prise en charge en matière de sécurité des machines en milieu de travail. Il peut également servir de référence aux autres intervenantes et intervenants impliqués dans la conception, la fabrication, la modification, l'utilisation, l'entretien et la réparation de machines.

AVERTISSEMENTS

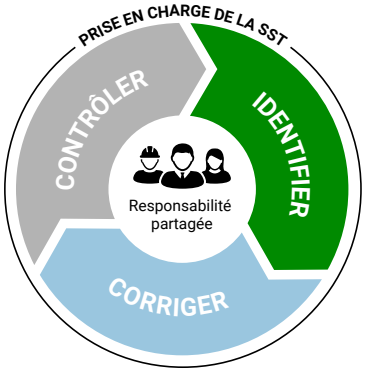
- Le contenu de ce guide est uniquement informatif. Les exigences de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail* (LSST) et du RSST ont une valeur juridique et ont priorité en tout temps.
- Le guide ne traite pas de la sous-section 4 –Cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies de la section XXI du RSST.

Prise en charge de la santé et de la sécurité du travail

La démarche de prévention consiste à identifier, à corriger et à contrôler les risques dans le milieu de travail. Lorsque cette démarche est suivie, elle permet au milieu de travail d'organiser la prévention, d'accroître la prise en charge de la santé et de la sécurité et de rendre le milieu de travail plus sain et sécuritaire.

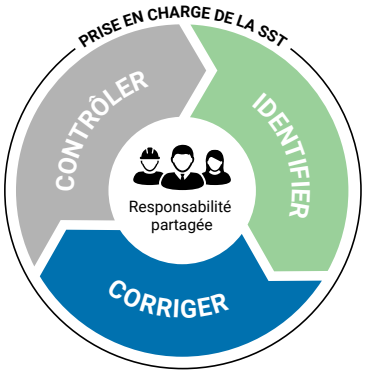
Une prise en charge par les milieux de travail implique une responsabilité partagée. La participation des parties dans la démarche de prévention est fondamentale : la LSST a prévu des mécanismes de participation afin que les travailleuses, les travailleurs et leurs représentants ainsi que les employeurs collaborent à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. Au besoin, les parties peuvent demander l'assistance de ressources externes en prévention, telles que les associations sectorielles paritaires (ASP) et les mutuelles de prévention.

Voici les étapes de la démarche de prévention adaptée à la sécurité des machines.



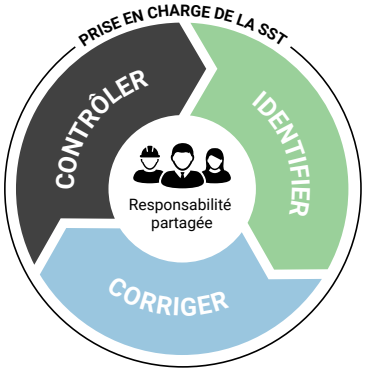
ÉTAPE 1 — IDENTIFIER

Identifier les risques consiste à repérer les risques à la santé et à la sécurité liés aux machines dans le milieu de travail. Ce document de la CNESST peut soutenir le milieu : Sécurité des machines – Guide du processus de l'appréciation du risque.



ÉTAPE 2 — CORRIGER

Corriger les risques selon la hiérarchie des mesures de prévention. Cette étape vise à déterminer les mesures de prévention nécessaires pour réduire les risques à leur niveau le plus bas possible, puis à les mettre en œuvre.



ÉTAPE 3 — CONTRÔLER

Contrôler les risques afin d'empêcher leur réapparition en utilisant des mesures de contrôle.

Voici quelques exemples de mesures de contrôle permettant d'assurer que les machines demeurent sécuritaires :

- Établir et mettre en application une politique d'acquisition qui favorise la sélection de machines sécuritaires.
- Établir et mettre en application une procédure portant sur la modification de machines.
- Établir un programme d'inspection et d'entretien préventif des machines afin de s'assurer que les machines et les moyens de protection sont en bon état.
- Former les travailleuses et les travailleurs sur l'utilisation sécuritaire des machines et les sensibiliser à l'importance des moyens de protection.
- Superviser les travailleuses et les travailleurs.
- Encourager les travailleuses et les travailleurs à signaler toute situation problématique ou non sécuritaire sur une machine, ou tout bris.
- Effectuer des rondes d'inspection périodiques pour repérer les situations problématiques.

REMARQUE :

Pour plus d'information sur la prise en charge de la santé et de la sécurité du travail, vous pouvez consulter le guide *Outil d'identification des risques — Prise en charge de la santé et de la sécurité du travail* et la page Web Comment prendre en charge la santé et la sécurité dans votre milieu de travail – Commission des normes de l'équité de la santé et de la sécurité du travail (CNESST) (gouv.qc.ca).

Aperçu de la réglementation en sécurité des machines

L'objectif de la LSST est d'éliminer à la source les dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique et psychique des travailleuses et des travailleurs. Les employeurs doivent prendre les mesures nécessaires afin d'assurer des milieux de travail sécuritaires. Les travailleuses et travailleurs doivent prendre les mesures nécessaires pour protéger leur santé, leur sécurité ou leur intégrité physique ou psychique ainsi que celles des autres.

art.173

La section XXI – Machines du RSST vient préciser ces mesures en ce qui concerne les exigences de sécurité liées à la conception, à la fabrication, à la modification, à l'utilisation, à l'entretien et à la réparation de toute machine mise en service dans un établissement ou destinée à l'être.

La sécurité d'une machine est une responsabilité partagée où chaque intervenant doit jouer son rôle. La modification, l'utilisation, l'entretien et la réparation d'une machine relèvent de l'employeur. Quant à la conception et à la fabrication d'une machine, l'article 63 de la LSST vient spécifier les obligations du fabricant et, dans une plus large mesure, du fournisseur en indiquant que « nul ne peut **fabriquer**, **fournir**, **vendre**, **louer**, **distribuer ou installer** un produit, un procédé, **un équipement**, un matériel, un contaminant ou une matière dangereuse à **moins que ceux-ci ne soient sécuritaires et conformes aux normes prescrites par règlement** ». On entend par « normes » l'ensemble des règles citées aux règlements.

Au bout du compte, l'employeur doit s'assurer que les machines qu'il met à la disposition des travailleuses et des travailleurs sont sécuritaires. Pour ce faire, ces machines doivent, entre autres, respecter les exigences de sécurité prescrites à la section XXI du RSST.

La hiérarchie des mesures de prévention

Le choix des mesures de prévention pour éliminer ou, à défaut, réduire le risque au niveau le plus bas possible doit respecter la hiérarchie présentée à la figure 1. Les mesures pouvant être mises en œuvre n'ont pas toutes la même efficacité. Cette approche présente six catégories de mesures selon leur efficacité.

En matière de sécurité des machines, cela se traduit par l'élimination des phénomènes dangereux dans la mesure du possible, sinon, par la réduction des risques à leur niveau le plus bas possible, compte tenu de l'état de la technique[1]. L'élimination des phénomènes dangereux est surtout possible à l'étape de la conception. Cela permet d'éviter ultimement d'avoir recours à d'autres mesures de prévention, telles que des protecteurs ou des dispositifs de protection.

1. « État de la technique » : état d'avancement d'une capacité technique à un moment donné, en ce qui concerne un produit, un processus ou un service, fondé sur des découvertes scientifiques, techniques et expérimentales pertinentes. (Source : Guide ISO/CEI 2:2004).

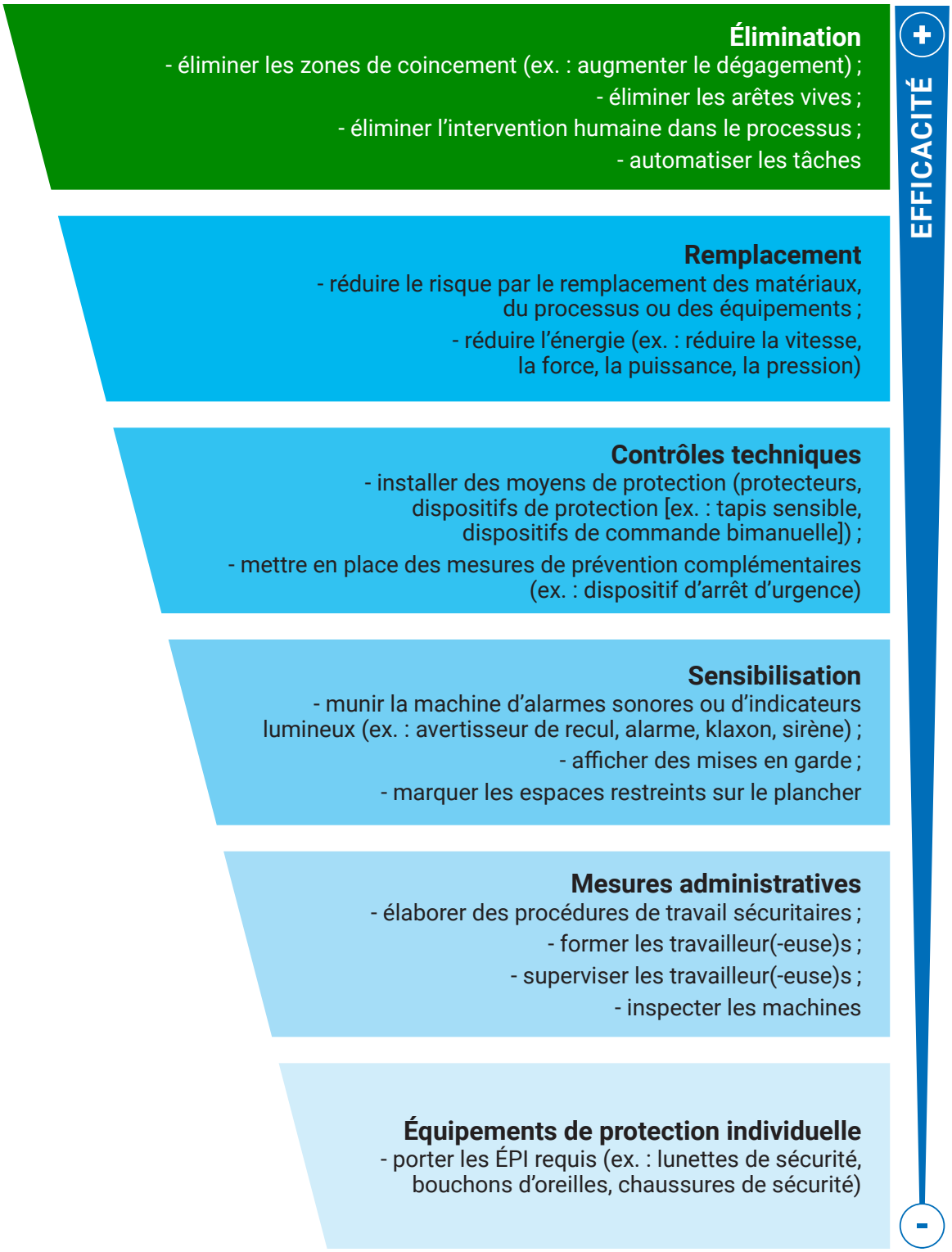


Figure 1 — Hiérarchie des mesures de prévention inspirée de la norme CSA Z432

Définition d'une machine

Le RSST définit une machine comme étant :

art.1

« un ensemble équipé ou destiné à être équipé d'un système d'entraînement autre que la force humaine ou animale appliquée directement, composé de pièces ou d'organes liés entre eux dont au moins un est mobile et qui sont réunis de façon solidaire en vue d'une application définie ».

Cette définition couvre un large spectre d'équipements, tels que les :

- équipements fixes et semi-fixes (ex. : touret à meuler, perceuse à colonne, presse poinçonneuse, presse à injection de plastique, convoyeur) ;
- équipements mobiles (ex. : surfaceuse à glace, chariot élévateur, chargeuse, tracteur) ;
- outils portatifs à moteur (ex. : perceuse électrique, rectifieuse angulaire, scie circulaire).

La figure 2 illustre les éléments d'un batteur-mélangeur en lien avec cette définition.

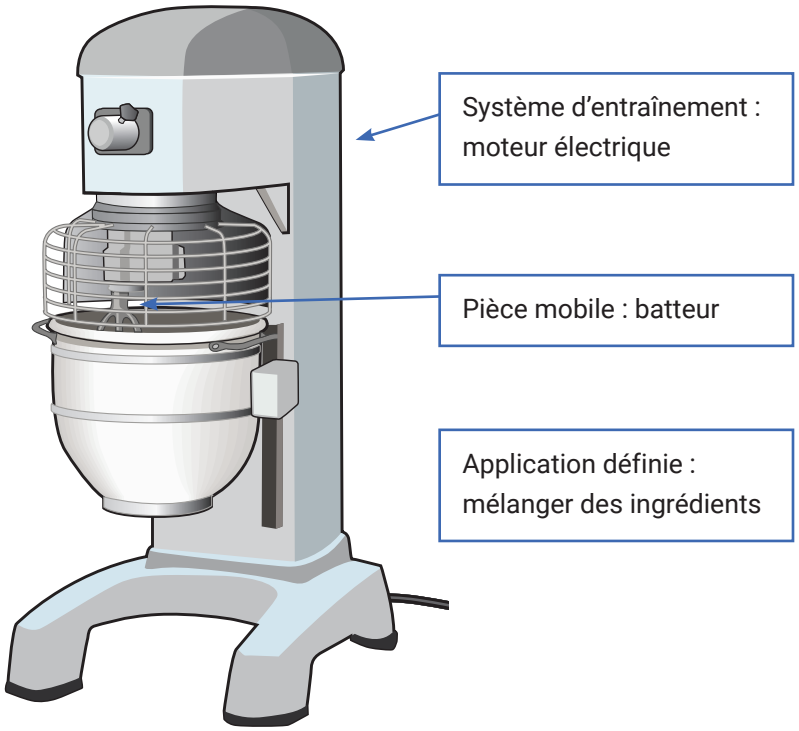


Figure 2 — Éléments définissant une machine

Les parties mobiles d'une machine sont mises en mouvement par un système d'entraînement qui utilise une source d'énergie telle que l'énergie électrique, pneumatique, hydraulique ou thermique.

Définition d'une zone dangereuse

Le RSST définit une zone dangereuse comme étant :

art.172

« toute zone située à l'intérieur ou autour d'une machine et qui présente un risque pour la santé, la sécurité ou l'intégrité physique des travailleurs ».

La figure 3 illustre la zone dangereuse localisée autour de la lame en rotation du banc de scie.

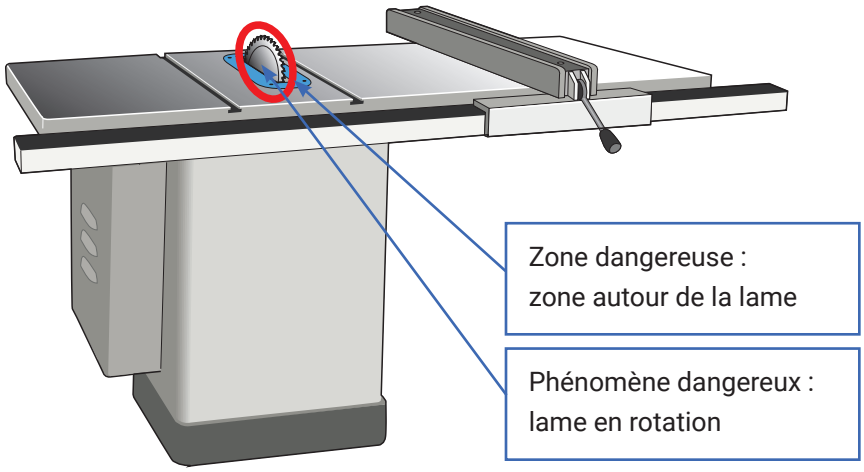


Figure 3 — Zone dangereuse du banc de scie

Un phénomène dangereux est défini comme étant une source potentielle de dommage[2]. Lorsqu'il est créé par des pièces en mouvement, il s'agit d'un phénomène dangereux d'origine mécanique. La forme, la configuration des pièces en mouvement, leur masse, leur vitesse, l'énergie en jeu et plusieurs autres facteurs déterminent l'ampleur du phénomène dangereux.

D'autres types de phénomènes dangereux présents sur les machines peuvent également être à l'origine de blessures ou de maladies professionnelles, par exemple, les phénomènes dangereux électriques et thermiques ainsi que ceux engendrés par le bruit, les vibrations ou les rayonnements.

Sur une machine, des phénomènes dangereux sont engendrés par deux types d'éléments :

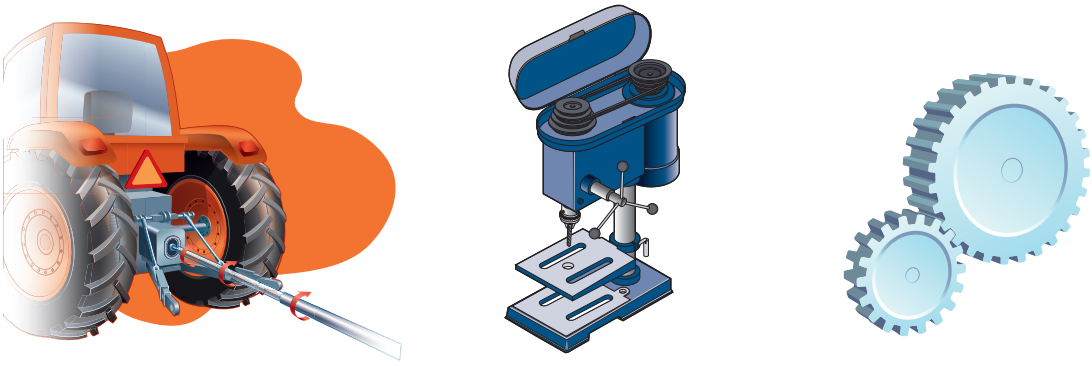
- Éléments mobiles contribuant au travail

  Ces éléments participent directement au processus de travail, par exemple, la lame qui coupe le matériau sur un banc de scie.

- Éléments mobiles de transmission d'énergie

  Ces éléments transfèrent l'énergie développée par l'actionneur de la machine aux éléments mobiles contribuant au travail. Par exemple, par l'intermédiaire de poulies et d'une courroie, le moteur du banc de scie transfère son énergie vers la lame afin de la mettre en mouvement. D'autres exemples d'éléments mobiles de transmission d'énergie sont illustrés dans la figure qui suit.

2. ISO 12100 : 2010



Arbre de transmission relié à la prise de force d'un tracteur

Poulies / courroie

Engrenages

Figure 4 — Exemples d'éléments mobiles de transmission d'énergie

Lorsqu'une personne a accès à une zone dangereuse, elle est exposée à un phénomène dangereux et se trouve en situation dangereuse. L'identification et l'inventaire exhaustif des situations dangereuses sur une machine constituent une étape préalable incontournable à toute démarche visant la sécurisation d'une machine.

Utilisation des normes en sécurité des machines

Généralement, la réglementation a pour vocation d'énoncer les objectifs pour assurer la sécurité du personnel, tandis que les règles de l'art, dont les normes, sont essentielles pour baliser les moyens permettant d'atteindre cet objectif.

Selon le Conseil canadien des normes :

> « une norme est un document qui présente des règles, des lignes directrices ou des caractéristiques établies pour des activités ou leurs résultats. Les normes fixent les pratiques, les exigences techniques et les terminologies adoptées dans divers domaines. Elles peuvent être obligatoires ou volontaires. Il ne faut pas confondre normes et lois, règlements et codes, bien que les normes puissent être mentionnées dans ces divers textes juridiques[3] ».

Différents organismes de normalisation élaborent des normes en lien avec la sécurité des machines, par exemple :

- Organisation internationale de normalisation (ISO) ;
- Association canadienne de normalisation (CSA) ;
- American National Standards Institute (ANSI), aux États-Unis ;
- American Society of Mechanical Engineers (ASME), aux États-Unis ;
- Comité européen de normalisation (CEN).

ISO adopte une nomenclature portant sur trois types de normes, comme définies dans la norme ISO 12100 (voir tableau 1).

Type de norme ISO	Description
Type A norme fondamentale de sécurité	Contenant des notions fondamentales, des principes de conception et des aspects généraux relatifs aux machines • ex. : ISO 12100 — Principes généraux de conception — Appréciation du risque et réduction du risque
Type B norme générique de sécurité	Traitant d'un aspect spécifique de la sécurité ou d'un moyen de protection valable pour une large gamme de machines • ex. : ISO 13851 — Dispositifs de commande bimanuelle — Principes de conception et de choix
Type C norme de sécurité par catégorie de machines	Traitant des exigences de sécurité détaillées s'appliquant à une machine particulière ou à un groupe de machines particulier • ex. : NF EN 454 — Machines pour les produits alimentaires — Batteurs-mélangeurs — Prescriptions relatives à la sécurité et l'hygiène • ex. : NF EN 12331 — Machines pour les produits alimentaires — Hachoirs — Prescriptions relatives à la sécurité et l'hygiène • ex. : ISO 23125 — Machines-outils — Sécurité — Machines de tournage

Tableau 1 — Types de norme selon ISO 12100

3. CONSEIL CANADIEN DES NORMES, *Que sont les normes?*, [En ligne], 2023. (Consulté le 31 juillet 2023).

Le RSST précise :

art.175

Conformité d'une machine : Une machine conçue et fabriquée conformément à une norme spécifique est présumée satisfaire aux exigences des articles 177, 181 à 185, 187 sauf en ce qui concerne l'entretien, 189 à 191 et 193 lorsque la documentation du fabricant accompagnant la machine contient une déclaration de conformité de la machine à la norme spécifique et que la machine n'a fait l'objet d'aucune modification, telle que définie au deuxième alinéa de l'article 176.

Aux fins du premier alinéa, on entend par « norme spécifique » une norme qui est élaborée par l'un des organismes de normalisation suivants CSA, ISO, ANSI, ASME ou CEN et qui prescrit des exigences de sécurité détaillées s'appliquant à une machine particulière ou à une catégorie de machines particulières. Sont notamment considérées comme des normes spécifiques, les normes désignées comme étant de type C conformément à la norme Sécurité des machines — Principes généraux de conception — Appréciation du risque et réduction du risque, ISO 12100.

Lorsqu'une machine est conçue et fabriquée conformément à une norme spécifique, celle-ci est présumée satisfaire aux exigences citées à la section XXI concernant les éléments suivants, le cas échéant :

- le choix et les attributs des moyens de protection ;
- les dispositifs de commande ;
- la sélection des modes de commande relative à la sécurité ;
- la partie du système de commande relative à la sécurité ;
- la mise en marche et l'arrêt.

La présomption de satisfaire à certains articles ne s'applique pas aux :

- éléments qui sont sous la responsabilité de l'employeur, tels que l'utilisation, l'entretien et la réparation ;
- machines déclarées conformes à des normes générales en sécurité des machines, telles que CSA Z432 – *Protection des machines et ISO 12100 – Principes généraux de conception — Appréciation du risque et réduction du risque.*

Cette présomption de conformité ne peut pas s'appliquer à toutes les machines, car certaines ne font pas l'objet d'une norme spécifique.

Cette présomption de satisfaire à certains articles est présente lorsque la machine est accompagnée d'une déclaration de conformité à une norme spécifique et n'a fait l'objet d'aucune modification, comme définie au deuxième alinéa de l'article 176.

Acquisition d'une machine

Un employeur voulant acquérir une machine ne devrait pas se limiter à une comparaison de performances techniques et de prix. Il devrait également considérer la sécurité de la machine pour faire son choix. Sinon, l'un des problèmes susceptibles de survenir après l'acquisition d'une machine est sa non-conformité à la réglementation, ce qui pourrait exposer les travailleuses et travailleurs à des zones dangereuses. Afin d'éviter des coûts supplémentaires pour remédier à cette situation, l'employeur devrait se doter d'une politique d'acquisition de machines qui inclut l'exigence de la conformité à la réglementation et aux normes applicables.

Pour l'achat d'une machine faite sur mesure, l'employeur serait bien avisé d'élaborer un cahier des charges où ses attentes seront consignées. Considérant que la sécurité de la machine doit être pensée dès l'étape de la conception, le cahier des charges devrait recenser tous les aspects pouvant avoir un impact sur la sécurité.

L'employeur doit vérifier qu'un manuel d'instruction du fabricant accompagne la machine, ce dernier étant une source importante d'informations. Toute machine, neuve ou usagée, mise en service à compter du 27 juillet 2023, doit être accompagnée d'un manuel d'instruction du fabricant dont le contenu minimal est indiqué au RSST.

art.174

Manuel d'instruction du fabricant : Toute machine doit être accompagnée d'un manuel d'instruction du fabricant comportant minimalement les éléments suivants :

1° les informations permettant d'identifier et de communiquer avec le fabricant ;

2° la description détaillée de la machine, de ses organes de service, de ses accessoires, de ses moyens de protection, en incluant, le cas échéant, les caractéristiques de chaque fonction de sécurité, notamment les paramètres relatifs à la fiabilité, les limites de fonctionnement, les indicateurs et les signaux d'avertissement ;

3° la description de l'ensemble des utilisations pour lesquelles est conçue la machine et, le cas échéant, ses utilisations proscrites ;

4° les instructions et, le cas échéant, la formation requise pour une utilisation sécuritaire de la machine ;

5° les instructions de réglages et d'ajustement de la machine qui ont une incidence sur la santé et la sécurité des travailleurs, le cas échéant ;

6° la description de l'équipement de protection individuelle dont le port est recommandé lors de l'utilisation de la machine, le cas échéant, y compris l'information et la formation nécessaire pour l'usage de cet équipement ;

7° la nature et la périodicité des inspections des fonctions de sécurité, le cas échéant ;

8° les risques n'ayant pu être éliminés par la mise en place des moyens de protection.

Si le manuel d'instruction du fabricant est inexistant ou incomplet, les éléments prévus aux paragraphes 2 à 8 du premier alinéa doivent être spécifiés par écrit par un ingénieur.

Moyens de protection et systèmes de commande

Les sujets suivants sont traités dans cette section :

1. Les moyens de protection
2. Le choix des moyens de protection
3. Les attributs des moyens de protection
4. La partie d'un système de commande relative à la sécurité
5. La mise en marche et l'arrêt de la machine
6. Le mode de commande spécifique

1. Les moyens de protection

art.172

Un moyen de protection est défini comme étant un protecteur ou un dispositif de protection.

Un **protecteur** est une barrière physique qui sépare la travailleuse ou le travailleur de la zone dangereuse. Un protecteur est parfois nommé « carter », « garde », « couvercle », « écran », « porte » ou « enceinte ». En plus d'empêcher l'accès à la zone dangereuse, s'il est conçu à cet effet, un protecteur peut contenir la projection de copeaux, de particules, de pièces et de liquide. Il peut également réduire les émissions de bruit, de rayonnements, de substances dangereuses sous forme de poussières, de fumées ou de gaz produits par la machine. Les protecteurs peuvent être fixes, mobiles ou réglables.

Un **dispositif de protection** est un moyen de protection autre qu'un protecteur qui élimine ou réduit les risques et qui est utilisé seul ou avec un protecteur. Un dispositif de protection ne protège pas contre certains risques tels que la projection et le bruit. Il est dépendant du système de commande de la machine (ex. : dispositif de verrouillage sur un protecteur, rideau lumineux de sécurité, scanneur laser de sécurité).

1.1. Le protecteur fixe

Lorsque l'accès à la zone dangereuse d'une machine n'est pas nécessaire pendant le fonctionnement normal de cette machine, un protecteur fixe peut être utilisé comme moyen de protection.

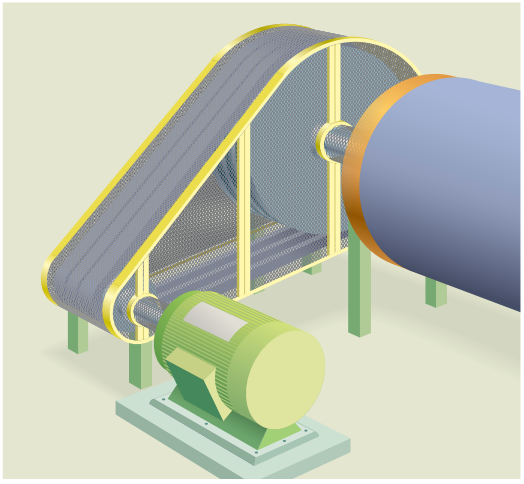


Figure 5 — Protecteur fixe enveloppant pour protéger les éléments mobiles de transmission d'énergie

art.172

Un protecteur fixe est un protecteur qui est fixé en place, par exemple, par l'intermédiaire de moyens de fixation ou de manière permanente. Pour retirer le protecteur, il est nécessaire d'utiliser un outil ou de détruire les moyens de fixation. Aucun moyen de fixation qui peut être enlevé à la main ne doit être utilisé. Ainsi, le retrait du protecteur résulte d'un geste réfléchi une fois que les énergies dangereuses de la machine sont contrôlées.

Idéalement, les moyens de fixation des protecteurs fixes doivent rester solidaires des protecteurs ou de la machine lorsque les protecteurs sont démontés. Cela évite qu'un protecteur ne soit pas remis en place si une ou plusieurs fixations sont perdues lors de son démontage. Par ailleurs, dans la mesure du possible, le protecteur ne devrait pas pouvoir rester en position fermée sans ses fixations.

Il existe trois types de protecteurs fixes :

- Protecteur enveloppant
- Protecteur de maintien à distance
- Protecteur d'angle rentrant

Le guide Protecteurs fixes et distances de sécurité donne davantage d'information concernant les protecteurs fixes et les moyens de fixation.

1.2. Le protecteur mobile avec dispositif de verrouillage

art.172

Le protecteur mobile avec dispositif de verrouillage assure avec le système de commande de la machine :

- que les fonctions de la machine présentant un risque ne peuvent pas s'accomplir tant qu'il n'est pas fermé ;
- que sa fermeture ne déclenche pas par elle-même ces fonctions ;
- qu'un ordre d'arrêt soit donné s'il est ouvert pendant que de telles fonctions s'accomplissent.

La figure 6 illustre un compacteur à carton dont le dispositif de verrouillage est installé sur la porte coulissante. Lorsqu'une personne ouvre la porte du compacteur en la glissant vers le haut pour pouvoir l'alimenter en carton, le mouvement du bélier s'arrête. Lorsque la porte est ouverte, le compacteur ne peut pas être mis en marche même si la commande de mise en marche est actionnée. C'est seulement lorsque le dispositif de verrouillage détecte que la porte est fermée que l'action sur la commande de mise en marche redémarre le mouvement du bélier.

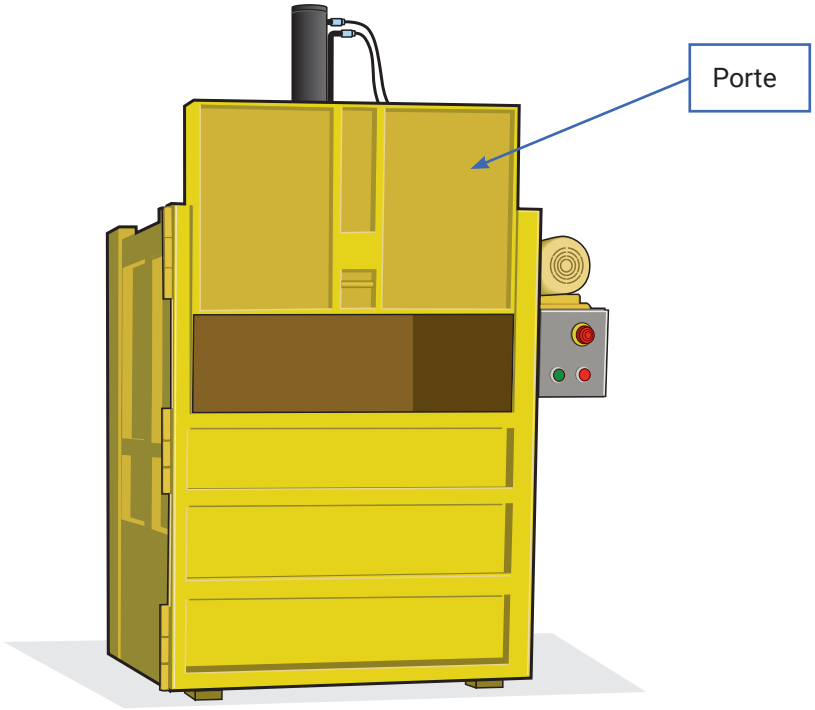


Figure 6 — Compacteur à carton

Différents types de dispositifs de verrouillage existent, tels un interrupteur de position électromécanique ou un interrupteur magnétique. Pour plus de détails à ce sujet, voir, par exemple, la norme ISO 14119 : *Sécurité des machines — Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs — Principes de conception et de choix*.

Comme l'illustre la figure 7, un interrupteur de position électromécanique est constitué de contacts électriques placés dans un corps de protection et est muni d'un organe de commande. Lorsque ce dernier est actionné par le déplacement d'un protecteur, un signal est envoyé de façon à donner un ordre d'arrêt à la machine.

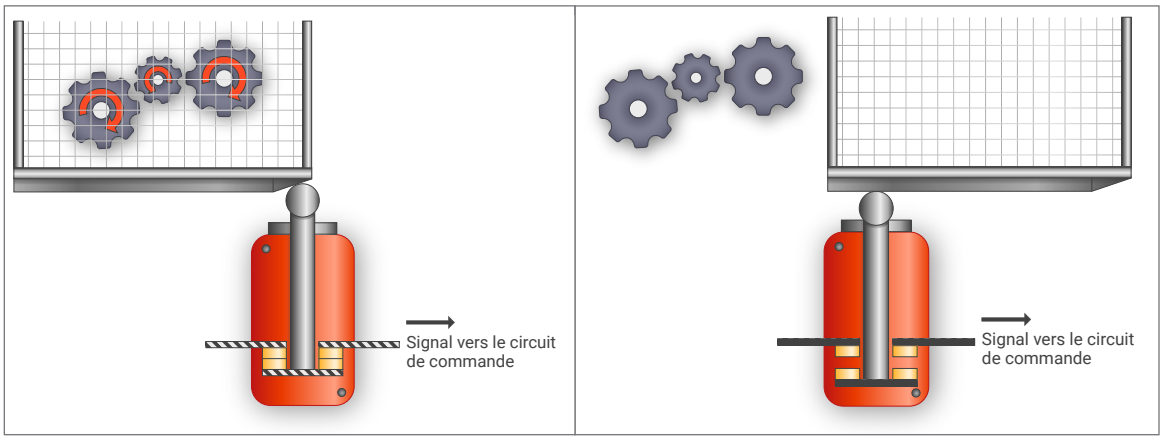


Figure 7 — Principe de fonctionnement d'un dispositif de verrouillage constitué d'un interrupteur de position électromécanique

Un autre type de dispositif de verrouillage est l'interrupteur magnétique. Il s'agit d'un dispositif constitué d'un détecteur installé sur une partie de la machine et d'une cible installée sur le protecteur. L'ouverture du protecteur éloigne la cible du champ de détection, ce qui donne un ordre d'arrêt à la machine.

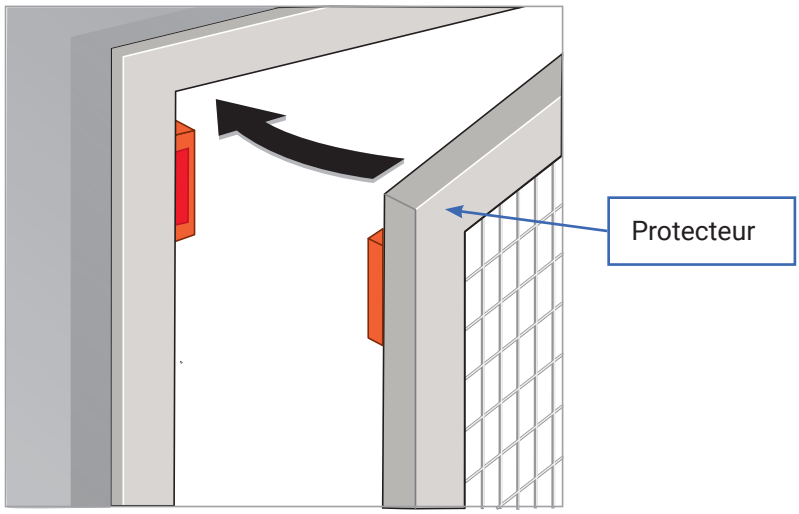


Figure 8 — Interrupteur magnétique

1.3. Le protecteur mobile avec dispositif d'interverrouillage

art.172

Le protecteur mobile avec dispositif d'interverrouillage assure, avec le système de commande de la machine :

- que les fonctions de la machine présentant un risque ne peuvent pas s'accomplir tant qu'il n'est pas fermé et bloqué ;
- que sa fermeture et son blocage ne déclenchent pas par eux-mêmes ces fonctions ;
- qu'il reste bloqué en position de fermeture jusqu'à ce que le risque dû à de telles fonctions ait disparu.

Pour certaines machines, le temps d'arrêt des phénomènes dangereux est supérieur ou égal au temps d'atteinte de la zone dangereuse. Par exemple, une lame de scie de grande dimension ou tournant à très grande vitesse peut continuer de tourner pendant plusieurs secondes après qu'un ordre d'arrêt soit donné. Dans un tel cas, un protecteur avec dispositif d'interverrouillage devrait être envisagé, car ce dernier reste bloqué en position fermée jusqu'à ce que le risque dû au phénomène dangereux ait cessé.

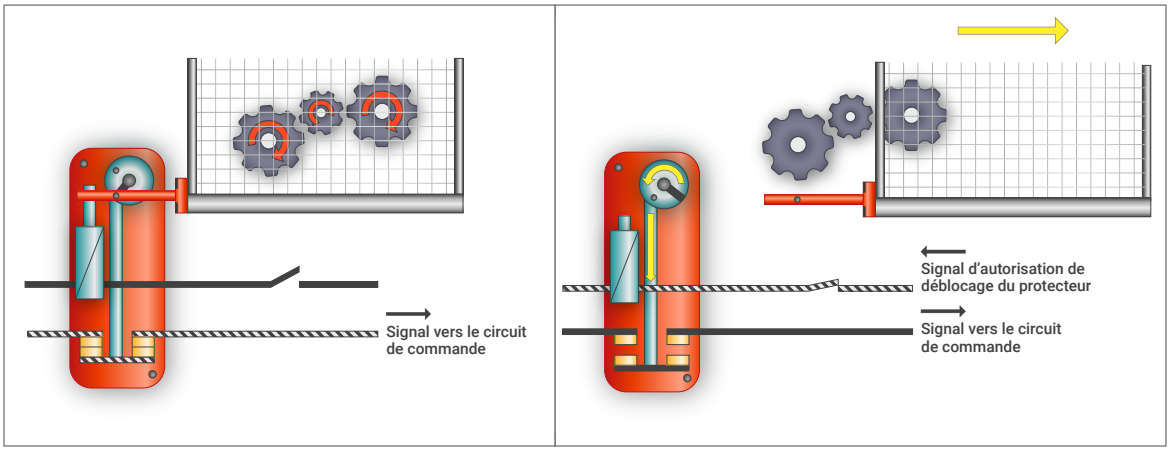


Figure 9 — Illustration du blocage d'un protecteur avec dispositif d'interverrouillage

Le déblocage du protecteur peut être commandé de différentes façons, par exemple :

- un dispositif chronométrique (temporisateur) qui permet le déblocage du protecteur après un temps défini correspondant au temps nécessaire pour l'arrêt du phénomène dangereux ;
- un dispositif de détection d'arrêt du phénomène dangereux, qui permet le déblocage du protecteur. Ce dispositif peut fonctionner au moyen d'un détecteur :
  - tachymétrique (vitesse),
  - dynamométrique (couple de rotation, force),
  - manométrique (pression),
  - de température.

1.4. L'équipement de protection sensible

art.172

L'équipement de protection sensible est conçu pour détecter une personne ou une partie de son corps et envoyer au système de commande un signal destiné à réduire le risque auquel cette personne est exposée. Les équipements de protection sensibles sont utilisés pour détecter qu'une personne franchit une limite préétablie ou qu'une personne se trouve dans une zone délimitée (détection de présence).

Le tableau ci-dessous présente les deux familles d'équipements de protection sensibles.

Famille d'équipements de protection sensibles	Exemples
Dispositifs sensibles à la pression	Tapis sensibles à la pression, barres, bords et câbles sensibles
Dispositifs électrosensibles	Dispositif de protection optoélectronique actif (AOPD), notamment les rideaux lumineux et les scanneurs mettant en œuvre le rayonnement laser

Tableau 2 — Famille d'équipements de protection sensible

Voici quelques particularités de l'équipement de protection sensible :

- Il donne un ordre d'arrêt aussitôt qu'une personne ou une partie de son corps est détectée.
- Le retrait de la personne ou de la partie de son corps détectée ne provoque pas, par lui-même, la remise en marche de la fonction présentant un risque pour la santé et la sécurité.
- La remise en marche de la fonction présentant un risque pour la santé et la sécurité résulte de l'actionnement volontaire d'un dispositif de commande situé hors de la zone dangereuse, à un endroit d'où l'opérateur peut observer cette zone.

Les exigences concernant les équipements de protection électrosensibles sont spécifiées à l'article 183 du RSST. Par exemple, un rideau lumineux est un équipement de protection électrosensible. Le rideau lumineux doit être positionné à une distance de sécurité minimale qui tient compte de la combinaison de plusieurs facteurs, notamment :

- la hauteur, la portée et l'orientation de la zone à protéger pour empêcher, conjointement avec d'autres moyens de protection, qu'une personne ou une partie de son corps entre dans la zone dangereuse, ou y reste, sans être détectée ;
- la résolution de la détection (détection d'objets plus ou moins petits) ;
- le temps d'arrêt du phénomène dangereux.

Également, les conditions reliées à l'environnement de travail, telles que la présence de surfaces réfléchissantes, les sources de lumière artificielle, la lumière solaire, la poussière ou d'autres impuretés présentes dans l'air, doivent être prises en considération.

La figure ci-dessous illustre une presse hydraulique dont la zone dangereuse est protégée par un rideau lumineux (AOPD) à l'avant. Le rideau lumineux est installé en combinaison de protecteurs fixes. Les protecteurs fixes protègent l'accès à la zone dangereuse par les côtés et l'arrière.

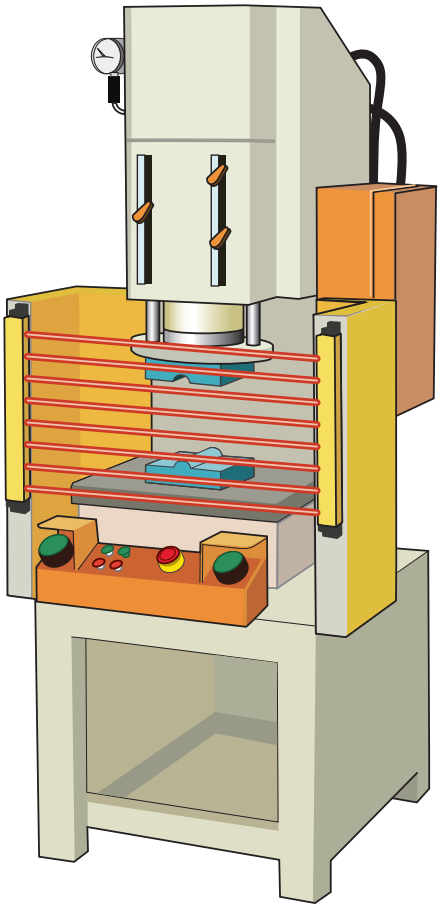


Figure 10 — Presse hydraulique protégée par rideau lumineux

1.5. Le protecteur à fermeture automatique

art.172

Le protecteur à fermeture automatique est un protecteur mobile mû par un élément constitutif de la machine, par la pièce travaillée ou par un élément du montage d'usinage de façon à laisser passer cette pièce ou un tel montage. Il revient automatiquement à la position fermée, notamment par gravité, au moyen d'un ressort ou d'une autre énergie externe, dès que l'ouverture est libérée.

Il est possible de retrouver ce type de protecteur sur les bancs de scie. La pièce à couper est poussée manuellement vers la lame, à l'aide d'un poussoir qui permet d'éloigner les mains de la zone dangereuse créée par la lame en rotation. Le morceau de bois soulève le protecteur, qui revient automatiquement à sa position de repos par gravité une fois le morceau coupé.

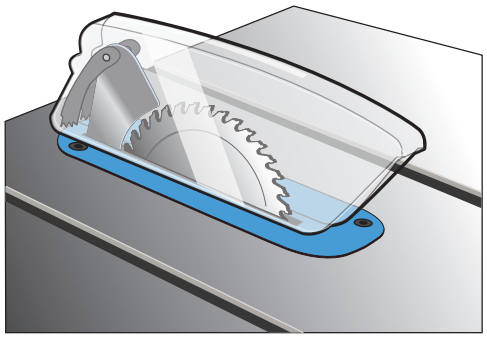


Figure 11 — Banc de scie avec protecteur à fermeture automatique

Comme le banc de scie, la scie à onglet est aussi munie d'un protecteur à fermeture automatique, mais son fonctionnement diffère. Dans ce cas-ci, lorsque la scie est abaissée vers la pièce à couper, un mécanisme permet au protecteur de libérer graduellement la lame. Une fois la pièce coupée, lorsque la scie est relevée, le protecteur revient automatiquement à la position fermée en protégeant la lame.

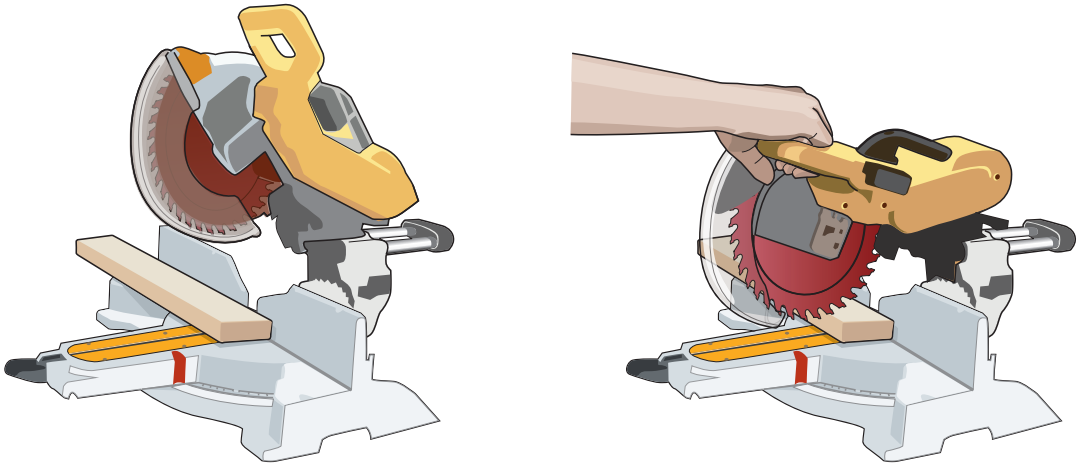


Figure 12 — Scie à onglet avec protecteur à fermeture automatique

Des risques persistent malgré l'installation d'un protecteur à fermeture automatique, car l'accès à la zone dangereuse peut demeurer possible si les méthodes de travail sont inadéquates. Des mesures visant à contrôler et à réduire les risques résiduels doivent donc être déterminées en tenant compte entre autres du manuel d'instruction du fabricant. Ces mesures comprennent l'élaboration de procédures et de méthodes de travail encadrant l'utilisation de la machine ainsi que la formation du personnel et le port des équipements de protection individuelle.

1.6. Le dispositif de commande bimanuelle

art.185

Le dispositif de commande bimanuelle requiert l'action simultanée des deux mains sur chacun des organes de service pour que la machine soit mise en marche et que son fonctionnement soit maintenu pendant la partie du cycle présentant un risque pour la santé et la sécurité. Les exigences pour la conception et l'installation du dispositif de commande bimanuelle sont énoncées au RSST. Pour plus de détails concernant la conception des dispositifs de commande bimanuelle, voir notamment la norme *ISO 13851 – Sécurité des machines — Dispositifs de commande bimanuelle — Principes de conception et de choix*.

L'illustration suivante montre un dispositif de commande bimanuelle :

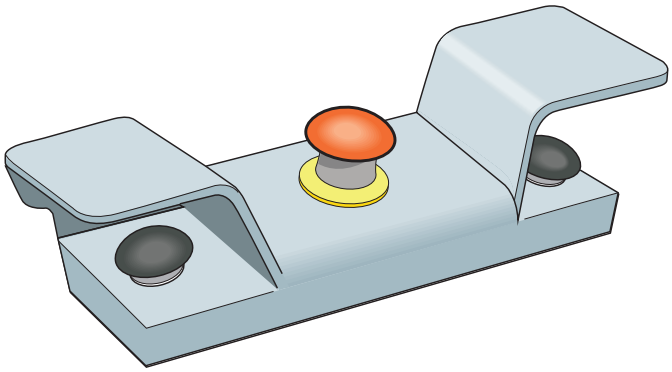


Figure 13 — Dispositif de commande bimanuelle

Voici quelques particularités de la commande bimanuelle :

- Elle protège uniquement la personne qui l'actionne en la maintenant éloignée de la zone dangereuse. Lorsque le dispositif de commande bimanuelle est utilisé comme moyen de protection pour plus d'un opérateur, un tel dispositif doit être fourni pour chacun d'entre eux (deux travailleurs = deux commandes bimanuelles).
- Elle n'est pas appropriée lorsque la personne qui l'actionne n'a pas une vue complète de la zone dangereuse, afin d'éviter que la machine soit mise en marche lorsque quelqu'un se trouve à proximité.
- Elle ne protège pas contre les risques de projection.
- Elle ne convient pas aux machines dont le temps d'arrêt est long.
- Elle doit être conçue de manière à éviter toute manœuvre accidentelle ou intempestive, par exemple, l'abdomen du travailleur qui pourrait appuyer les deux boutons de la commande bimanuelle.
- Elle doit provoquer l'arrêt de la machine dès le retrait de la main de la commande bimanuelle pendant la phase du cycle qui présente un risque.
- Les deux organes de service de la commande bimanuelle doivent être relâchés puis réactionnés pour amorcer un autre cycle.
  - Si un seul organe de service de la commande bimanuelle de la presse est relâché puis actionné de nouveau, la machine ne se mettra pas en mouvement.

- Les deux organes de service de la commande bimanuelle doivent être actionnés avec les deux mains dans un délai d'une demi-seconde pour que le cycle s'amorce.
  - Si un organe de service de la commande bimanuelle de la presse est actionné et que le second organe est actionné une seconde plus tard, il ne doit pas y avoir de mouvement dangereux, car le délai d'une demi-seconde est dépassé.

1.7. Le protecteur commandant la mise en marche

art. 172

La fermeture d'un protecteur muni d'un dispositif de verrouillage ne doit pas mettre en marche la machine sauf s'il s'agit d'un protecteur commandant la mise en marche. Dès que le protecteur commandant la mise en marche atteint la position fermée, il délivre un ordre destiné à déclencher la fonction de la machine présentant un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs sans qu'il soit nécessaire d'actionner une commande séparée de mise en marche. Ce protecteur est soumis aux exigences strictes énoncées à l'article 182 du RSST.

Le protecteur commandant la mise en marche peut être utile en raison de contraintes ergonomiques ou opérationnelles afin d'éviter de répéter une action sur l'organe de service d'une machine avec un cycle court. Ce type de protecteur peut se retrouver sur de petits appareils professionnels de cuisine, à l'exemple du coupe-légumes de la figure 14.

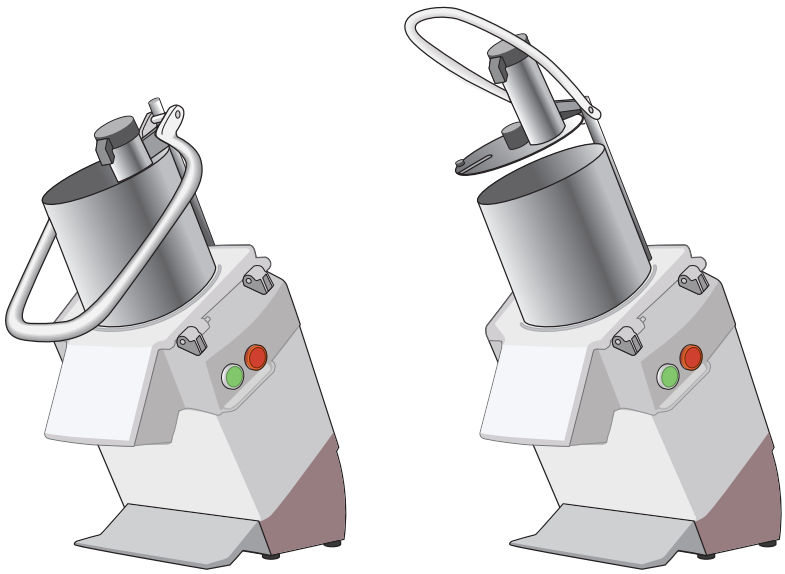


Figure 14 — Coupe-légumes avec protecteur commandant la mise en marche

1.8. Le protecteur réglable manuellement

art.172

Le protecteur réglable manuellement est un protecteur dont le réglage est effectué à la main et qui demeure fixe pendant une opération particulière. Le réglage du protecteur se veut facile et rapide pour inciter les travailleurs à le régler correctement. Ce protecteur est utilisé lorsque la zone dangereuse ne peut être complètement enfermée pendant le fonctionnement normal de la machine pour des raisons liées au mode opératoire. Sur la scie verticale à ruban, il doit être ajusté de sorte que la portion de la lame accessible soit légèrement supérieure à la hauteur de la pièce à couper (voir figure 15).

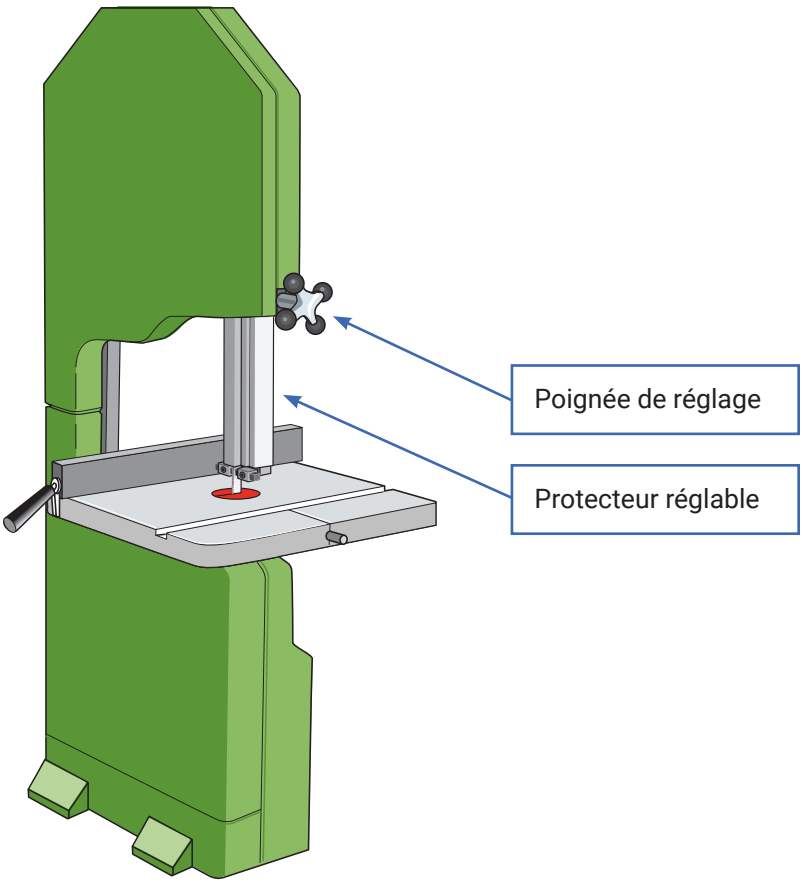


Figure 15 — Protecteur réglable manuellement sur une scie à ruban verticale

Des risques persistent malgré la présence du protecteur réglable, car la partie travaillante de la lame n'est pas protégée et le réglage du protecteur dépend de la personne qui utilise la machine. Pour contrôler les risques résiduels, une méthode de travail et la formation pour une utilisation sécuritaire de la machine sont essentielles. Aussi, l'utilisation d'accessoires tels un poussoir et un guide prévus par le fabricant s'avère nécessaire.

art.184

1.9. Le dispositif de protection optoélectronique actif (AOPD) utilisé pour la commande de cycle

L'AOPD est un équipement de protection sensible.

En règle générale, le retrait de la personne du champ de détection de l'AOPD ne doit pas provoquer, par lui-même, la remise en marche de la machine. Toutefois, l'AOPD peut exceptionnellement être utilisé pour commander le démarrage du cycle de travail d'une machine par le retrait d'une personne ou d'une partie de son corps du champ de détection, sans aucun ordre de mise en marche supplémentaire, lorsque la durée de cycle de la machine est courte et que les exigences énoncées à l'article 184 du RSST sont respectées.

L'AOPD commandant la mise en marche peut être utile en raison de contraintes ergonomiques ou opérationnelles afin d'éviter de répéter une action sur la commande de mise en marche sur des machines avec un cycle court.

2. Le choix des moyens de protection

art.177

Choix des moyens de protection : Une machine doit être conçue et fabriquée de manière à rendre ses zones dangereuses inaccessibles. À défaut, les risques en découlant doivent être éliminés ou réduits au niveau le plus bas possible par l'installation d'au moins un des moyens de protection suivants, selon le cas […]

Dans certains cas, des zones dangereuses de la machine ne peuvent être rendues inaccessibles. Afin de protéger les travailleurs de ces zones dangereuses accessibles, un ou plusieurs moyens de protection doivent être installés pour éliminer ou réduire au niveau le plus bas possible le risque auquel ils peuvent être exposés.

Afin de choisir les moyens de protection permettant d'atteindre cet objectif, le besoin d'accès à la zone dangereuse doit d'abord être déterminé. Le tableau 3 énumère les moyens de protection à mettre en place en fonction du besoin d'accéder à la zone dangereuse pendant le fonctionnement normal de la machine. Il est à noter que la notion de nécessité d'accès à la zone dangereuse correspond au besoin d'accéder à cette zone à un moment quelconque du cycle de la machine, et non pas seulement au moment précis où le phénomène dangereux se produit.

Moyens de protection	L'accès à la zone dangereuse n'est pas nécessaire pendant le fonctionnement normal de la machine.	L'accès à la zone dangereuse est nécessaire pendant le fonctionnement normal de la machine.
Protecteur fixe	✔	✘
Protecteur mobile avec dispositif de verrouillage ou d'interverrouillage	✔	✔
Équipement de protection sensible	✔	✔
Protecteur à fermeture automatique	✔	✔
Dispositif de commande bimanuelle	✘	✔
Protecteur commandant la mise en marche	✘	✔
Protecteur réglable manuellement	✘	✔

Tableau 3 — Moyens de protection en fonction de la nécessité d'accéder à la zone dangereuse

Malgré les indications données au tableau précédent, l'accès aux éléments mobiles de transmission d'énergie d'une machine doit être protégé par un protecteur fixe ou un protecteur mobile avec dispositif de verrouillage ou d'interverrouillage.

Une fois le besoin d'accès établi, une démarche d'appréciation et de réduction du risque doit être suivie comme le spécifie le dernier alinéa de l'article 177 du RSST pour le choix du ou des moyens de protection.

art.177

Choix des moyens de protection : […]

Les moyens de protection appropriés doivent être choisis selon des principes et une méthodologie reconnus d'appréciation et de réduction du risque, tels que ceux préconisés par les normes Protection des machines, CSA Z432, et Sécurité des machines — Principes généraux de conception — Appréciation du risque et réduction du risque, ISO 12100 et selon les conditions prévues aux articles 181 à 185, selon le cas.

Cette démarche permet d'affiner le raisonnement et de choisir le moyen ou la combinaison de moyens de protection qui élimine ou réduit le risque à son niveau le plus bas possible. Au cours de ce processus, d'autres éléments doivent être considérés, par exemple, la nature, la fréquence et la durée des interventions dans la zone dangereuse de la machine, la nature des phénomènes dangereux et leur temps d'arrêt.

Une démarche d'appréciation et de réduction du risque comprend les étapes suivantes :

- Détermination des limites de la machine.
- Identification des phénomènes dangereux et des situations dangereuses.
- Estimation du risque.
- Évaluation du risque.
- Réduction du risque.

Le Guide du processus de l'appréciation du risque – sécurité des machines explique cette démarche.

ACCIDENT

Dans une scierie, un travailleur est écrasé mortellement par le système de levage de la station d'empilage. Il a traversé le garde-corps ceinturant le niveau inférieur de la station d'empilage afin de récupérer sa lampe de poche qu'il avait échappée à cet endroit la veille lors d'une maintenance. Le système de levage est mis en marche alors qu'il se trouve dans la zone dangereuse. Ce garde-corps composé de deux lisses horizontales ne permet pas d'éliminer ou de réduire au niveau le plus bas possible les risques découlant des zones dangereuses.

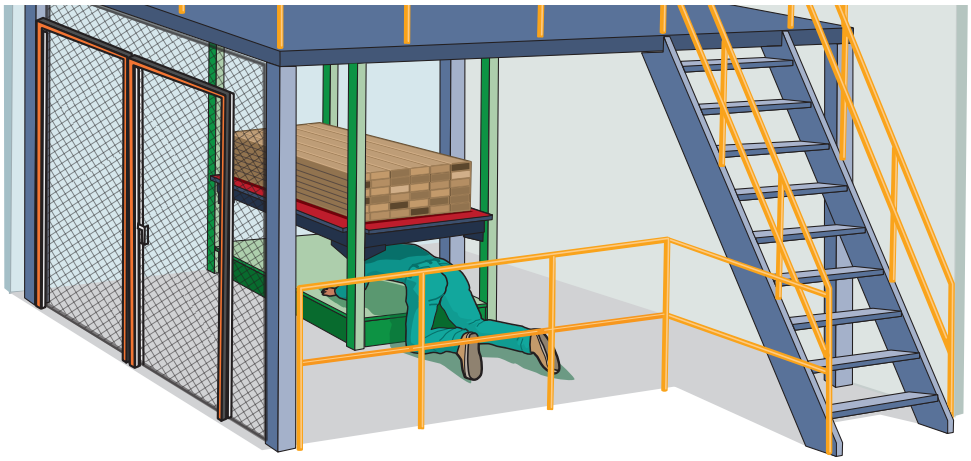


Figure 16 — Système de levage qui écrase le travailleur

3. Les attributs des moyens de protection

Les attributs sont des caractéristiques propres à chacun des moyens de protection. L'article suivant indique quelques attributs liés à la conception et à l'installation des moyens de protection.

art.181

Attributs des moyens de protection : Un protecteur ou un dispositif de protection doit être conçu et installé selon les règles de l'art en respectant notamment les conditions suivantes :

1° être de construction suffisamment robuste pour résister aux contraintes auxquelles il peut être soumis ;

2° demeurer efficace pendant l'utilisation de la machine en étant solidement maintenu en place compte tenu de l'environnement dans lequel il se trouve ;

3° être situé à une distance sécuritaire de la zone dangereuse ;

4° ne pas occasionner de risques supplémentaires, ou être en soi source de danger en raison, par exemple, de la présence d'arêtes vives ou d'aspérités ;

5° ne doit pas être facilement contourné ou rendu inopérant.

Des attributs supplémentaires, dictés par la réglementation, doivent également être respectés :

- dans des définitions, par exemple, pour le protecteur à fermeture automatique, qui doit obligatoirement revenir automatiquement à la position fermée dès que l'ouverture est libérée ;
- dans des articles spécifiques à certains moyens de protection ; par exemple, la commande bimanuelle doit nécessiter que la personne qui l'actionne relâche ses deux mains de chacun des organes de service du dispositif de commande et qu'elle le réactive de ses deux mains pour amorcer un cycle de la machine ou de son système.

D'autres attributs peuvent être spécifiés dans les règles de l'art, notamment dans les normes en sécurité des machines.

Le tableau suivant apporte des précisions à l'article 181.

Question	Explication
Est-ce que le moyen de protection est suffisamment robuste pour résister aux contraintes auxquelles il est soumis (ex. : projections, vibrations, chocs, fluides) ?	Le matériel constituant le protecteur doit être choisi judicieusement tout comme ses moyens de fixation. Ex. : Un protecteur destiné à retenir les fragments d'une meule doit être suffisamment robuste et fixé adéquatement.
Est-il possible que les membres supérieurs ou inférieurs atteignent la zone dangereuse à travers les ouvertures d'un protecteur ?	Un protecteur ne doit pas avoir des ouvertures permettant aux travailleurs d'y insérer une partie du corps et d'atteindre la zone dangereuse. La norme ISO 13857 précise les distances à respecter entre le protecteur et la zone dangereuse selon la forme et les dimensions des ouvertures du protecteur. Le guide Protecteurs fixes et distances de sécurité traite également de cet aspect.

Question	Explication
Est-il possible que la zone dangereuse soit atteinte en passant le bras par-dessus un protecteur ?	La position et la hauteur du protecteur ne doivent pas permettre aux travailleurs d'atteindre la zone dangereuse en passant leur bras par-dessus le protecteur. La norme ISO 13857 établit la hauteur minimale du protecteur, selon la hauteur de la zone dangereuse et de la distance entre le protecteur et la zone dangereuse. Le guide Protecteurs fixes et distances de sécurité traite également de cet aspect.
Est-ce que le dispositif de protection est positionné de sorte que le phénomène dangereux cesse avant que le travailleur atteigne la zone dangereuse ?	Le dispositif de protection doit être positionné à une distance suffisante de la zone dangereuse pour que le phénomène dangereux cesse avant qu'une personne l'atteigne. La norme ISO 13855 renseigne sur le positionnement des moyens de protection par rapport à la vitesse d'approche des parties du corps.
Est-ce que le moyen de protection occasionne un risque supplémentaire ?	L'ajout d'un moyen de protection ne doit pas occasionner de risque supplémentaire pour le travailleur. Ex. : L'ajout d'un protecteur motorisé peut créer un risque d'écrasement lors de la fermeture du protecteur. Ce risque doit être pris en considération lors du choix des moyens de protection.
Est-ce que le moyen de protection peut être facilement contourné ou rendu inopérant ?	Les dispositifs de verrouillage et d'interverrouillage des protecteurs mobiles et les autres dispositifs de protection ne doivent pas être facilement contournables ou rendus inopérants. Ex. : L'utilisation d'un objet usuel (comme une pièce de monnaie, du ruban adhésif, un aimant), afin de neutraliser le dispositif de verrouillage pour simuler que le protecteur est fermé quand il est ouvert, est un moyen facile de contourner un protecteur. Ex. : Si les organes de service de la commande bimanuelle sont rapprochés, ils pourraient être actionnés avec un seul bras.

Tableau 4 — Précisions concernant l'article 181 du RSST

4. La partie d'un système de commande relative à la sécurité

Le système de commande d'une machine est composé de deux parties, soit :

- la partie du système de commande qui gère les fonctions standards de la machine (ex. : fonctions reliées à la production) ;
- la partie du système de commande relative à la sécurité qui gère des fonctions qui ont un impact sur la sécurité, c'est-à-dire les fonctions de sécurité telles qu'elles sont définies dans le RSST.

art.172

« fonction de sécurité » : fonction d'une machine dont la défaillance peut provoquer un accroissement immédiat du risque, celle-ci se rapporte à un moyen de protection dépendant d'un système de commande.

Par exemple, la réduction du risque par un protecteur mobile avec dispositif de verrouillage nécessite le recours à la partie du système de commande relative à la sécurité qui gère les fonctions de sécurité, comme l'illustre la figure 17.

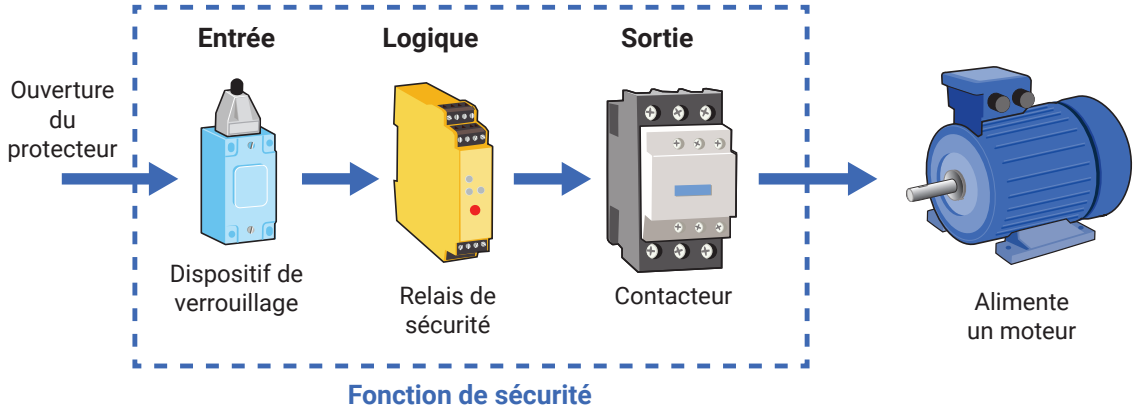


Figure 17 — Schéma des parties du système de commande relatives à la sécurité

L'arrêt des pièces en mouvement lors de l'ouverture du protecteur est un exemple d'une fonction de sécurité. La notion de fonction de sécurité comme définie par le RSST ne s'applique pas à un protecteur fixe ou à un protecteur réglable manuellement, car ils sont indépendants du système de commande de la machine.

C'est lors du processus d'appréciation et de réduction du risque que le concepteur choisit le moyen de protection pour protéger l'accès à une zone dangereuse. Lorsque ce moyen de protection met à contribution une partie du système de commande relative à la sécurité, le concepteur détermine jusqu'à quel point la sécurité des travailleurs dépend du bon fonctionnement du système de commande, ce qui permet de fixer les exigences de fiabilité requises pour cette fonction de sécurité.

art.190

L'article 190 du RSST précise que la partie du système de commande relative à la sécurité doit, entre autres, pouvoir résister aux contraintes auxquelles elle peut être soumise, de manière à éviter toute situation pouvant engendrer un risque pour la sécurité notamment lors d'une :

- défaillance du matériel ou du logiciel du système de commande ;
- erreur affectant la logique de ce système ;
- erreur humaine raisonnablement prévisible au cours du fonctionnement.

Plusieurs défauts peuvent affecter le système de commande d'une machine, par exemple :

- des erreurs liées à la conception du matériel ;
- des erreurs liées à la réalisation du logiciel ;
- des perturbations électromagnétiques (ex. : surtensions, surintensités, coupures de courant) ;
- des contraintes liées à l'environnement (ex. : chaleur, humidité, vibrations, chocs) ;
- une exploitation inappropriée du système (ex. : reprogrammation erronée, modification inadéquate des paramètres) ;
- des pannes, des perturbations ou des bogues qui empêcheraient l'exécution d'un ordre d'arrêt, ou qui provoqueraient un ordre de marche alors que la fonction de sécurité exigerait l'arrêt.

Voici un exemple d'accident impliquant une défaillance d'une partie du système de commande relative à la sécurité.

ACCIDENT

Un robot prend des bidons sur une palette et les positionne sur un convoyeur. Un bidon chute de la palette. Pour remédier à la situation, le travailleur ouvre la porte munie d'un dispositif de verrouillage et entre à l'intérieur de l'enceinte où se trouve le robot, en s'attendant à ce que le robot cesse tout mouvement. Cependant, l'ouverture de la porte ne provoque pas l'arrêt du robot comme prévu. Celui-ci happe le travailleur à la tête et le blesse.

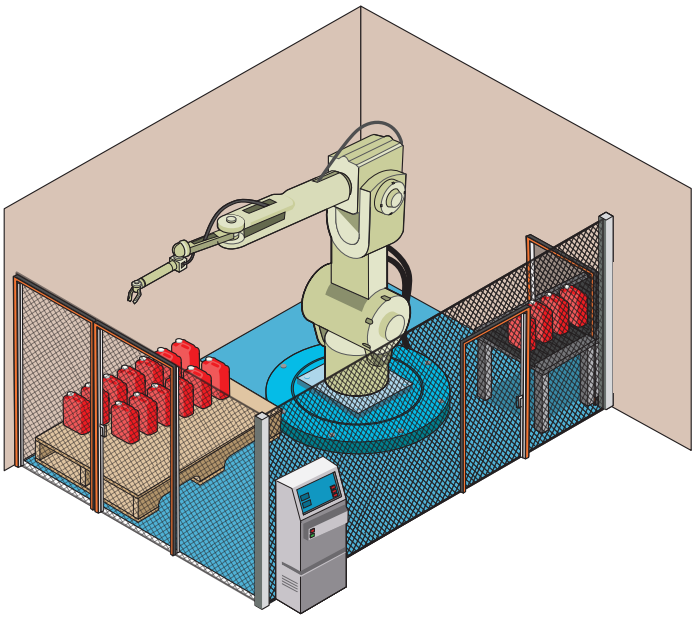


Figure 18 — Robot dans une enceinte

L'article 190 du RSST précise également que la partie d'un système de commande relative à la sécurité doit être conçue, fabriquée et installée selon les règles de l'art et respecter des normes telles que :

- Sécurité des machines — Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité — Partie 1 : Principes généraux de conception, ISO 13849 ;
- Sécurité des machines : Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité, CEI 62061.

Pour la conception et la réalisation des systèmes de commande relatifs à la sécurité, les deux normes citées à titre d'exemple préconisent une démarche systématique où toutes les activités liées à la conception, à la réalisation et à la validation de la fonction de sécurité doivent être documentées.

AVERTISSEMENT

L'évaluation de la fiabilité d'un système de commande relative à la sécurité est un exercice qui présente un haut niveau de complexité technique. Cet exercice s'inscrit dans le champ de pratique réservé à l'ingénieur selon la *Loi sur les ingénieurs*. L'implication d'un ingénieur compétent en la matière s'avère incontournable.

5. La mise en marche et l'arrêt de la machine

5.1. Prévention de la mise en marche et de l'arrêt accidentel

art.191

art.187

En règle générale, une machine ne doit pouvoir démarrer que lorsque l'opérateur actionne de façon délibérée un organe de service de mise en marche prévu à cet effet. La mise en marche et l'arrêt intempestif d'une machine peuvent contribuer à un accident. À cet effet, les dispositifs de commande doivent être conçus, installés et entretenus de façon à éviter la mise en marche ou l'arrêt accidentel de la machine.

Voici des exemples de situations problématiques :

- Une machine qui se remet en marche automatiquement à la suite du rétablissement de l'alimentation en énergie après une interruption.
- Une machine qui se met en marche dès qu'on l'alimente en énergie.
- Une action involontaire sur un organe de service qui provoque la mise en marche d'une machine. Des dispositifs de commande ne pouvant être actionnés accidentellement sont à privilégier, par exemple, une pédale munie d'un capot ou un bouton de mise en marche ceinturé d'une bordure métallique.

Voici un exemple d'actionnement involontaire d'un organe de service qui a conduit à un accident mortel.

ACCIDENT

Un travailleur procède à l'assainissement des équipements présents dans les départements de production d'un abattoir. Alors qu'il se trouve sous la plateforme élévatrice pour nettoyer des équipements, il actionne accidentellement un levier, situé sous celle-ci, qui est relié à la pédale commandant sa descente. Le travailleur est retrouvé coincé sous la plateforme et décède des suites de ses blessures.

Figure 19 — Plateforme élévatrice qui écrase le travailleur

art.191 Il est possible qu'une machine comporte plusieurs organes de service de mise en marche. Dans ce cas, son système de commande doit être conçu pour garantir qu'un seul organe de service de mise en marche puisse être utilisé à la fois si son actionnement engendre un risque pour les travailleurs.

art.194 Dans le cas d'un groupe de machines[4] conçues pour fonctionner en association les unes avec les autres, le système de commande global du groupe doit être conçu de manière à garantir que l'utilisation des organes de service de mise en marche ou d'arrêt de chacune de ces machines n'engendre pas de risque pour la sécurité des travailleurs. Cela s'applique notamment au dispositif d'arrêt d'urgence d'une machine. Celui-ci doit pouvoir arrêter non seulement cette dernière, mais aussi les machines du groupe dont le maintien en marche peut constituer un tel risque.

5.2. Arrêt d'urgence

art.193 Le RSST indique :

> **Arrêt d'urgence** : Une machine dont le fonctionnement nécessite la présence d'au moins un travailleur doit être pourvue d'un dispositif d'arrêt d'urgence.
>
> Ce dispositif arrête la machine, compte tenu de sa nature, dans un temps aussi court que possible, sans risques additionnels. Il possède, de plus, les caractéristiques suivantes :
>
> 1° il est situé bien en vue et à la portée du travailleur ;
>
> 2° il s'actionne en une seule opération ;
>
> 3° il est clairement identifié ;
>
> 4° il déclenche ou permet de déclencher au besoin certaines fonctions pour réduire le risque, telles que l'inversion ou la limitation du mouvement ;
>
> 5° il est disponible et opérationnel à tout moment, quel que soit le mode de commande ou de fonctionnement de la machine.
>
> La remise en fonction du dispositif d'arrêt d'urgence après son utilisation ne doit pas provoquer à elle seule la mise en marche de la machine.
>
> Le présent article ne s'applique pas à un outil portatif à moteur et à une machine pour laquelle un dispositif d'arrêt d'urgence ne réduirait pas le risque.

Les normes en sécurité des machines prévoient des exigences de conception de l'arrêt d'urgence. L'organe de service de l'arrêt d'urgence peut prendre plusieurs formes selon la zone à couvrir : un bouton-poussoir, un câble ou encore une barre. Pour plus de détails, voir notamment la norme ISO 13850 — Sécurité des machines — Fonction d'arrêt d'urgence — Principes de conception.

4. Machines qui travaillent ensemble de façon coordonnée, qui sont interconnectées et reliées par un système de manutention de matériel.

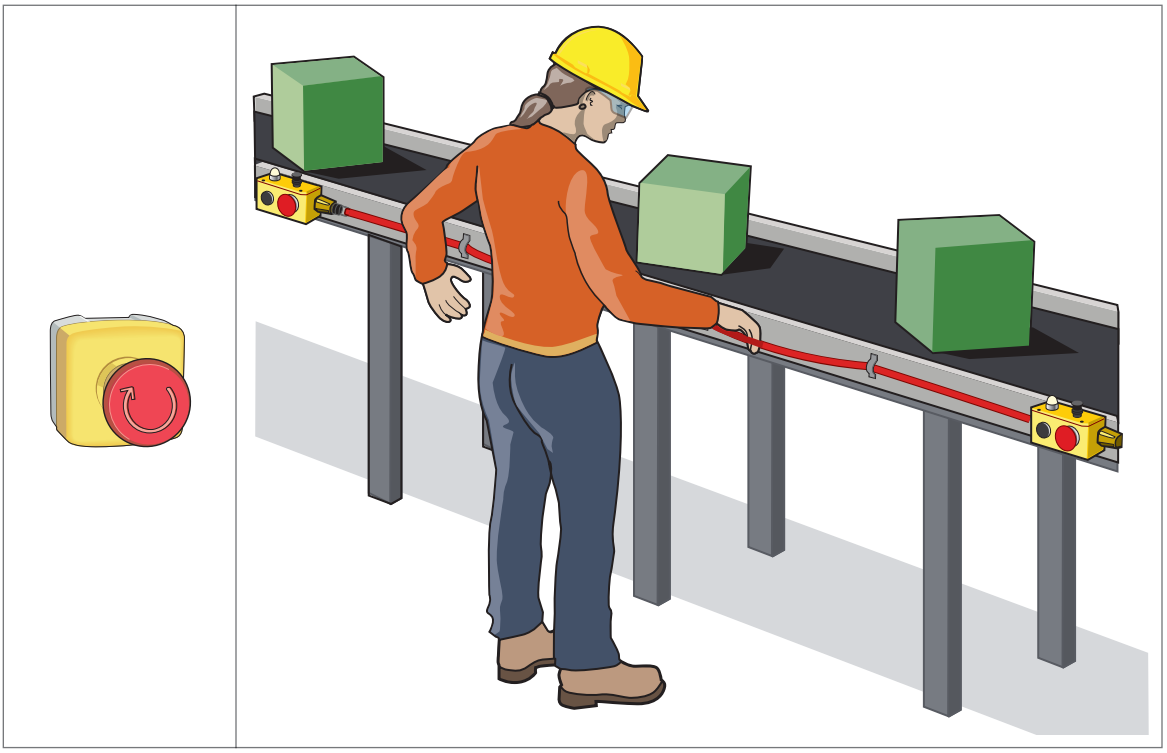


Figure 20 — Bouton d'arrêt d'urgence et câble d'arrêt d'urgence

L'arrêt d'urgence ne doit pas remplacer un moyen de protection destiné à empêcher ou à contrôler l'accès à une zone dangereuse. Il s'agit plutôt d'une mesure de prévention complémentaire pour éviter un accident ou en limiter les conséquences. La norme spécifique à une machine se prononce habituellement sur la nécessité de pourvoir cette machine d'un arrêt d'urgence.

AVERTISSEMENT

L'actionnement d'un arrêt d'urgence n'est pas considéré comme une méthode de contrôle des énergies. Avant d'entreprendre tout travail dans la zone dangereuse d'une machine, le cadenassage ou, à défaut, toute autre méthode qui assure une sécurité équivalente doit être appliqué. Pour plus d'information, voir la sous-section 4 – Cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies de la section XXI du RSST.

6. Le mode de commande spécifique

art.188

Lorsque des travaux sur une machine requièrent qu'un protecteur soit déplacé ou retiré ou qu'un dispositif de protection soit neutralisé et que la machine ou une partie de celle-ci doit pouvoir être mise en marche, la sécurité des travailleuses et des travailleurs doit être assurée en utilisant un mode de commande spécifique, comme l'illustre le schéma suivant :

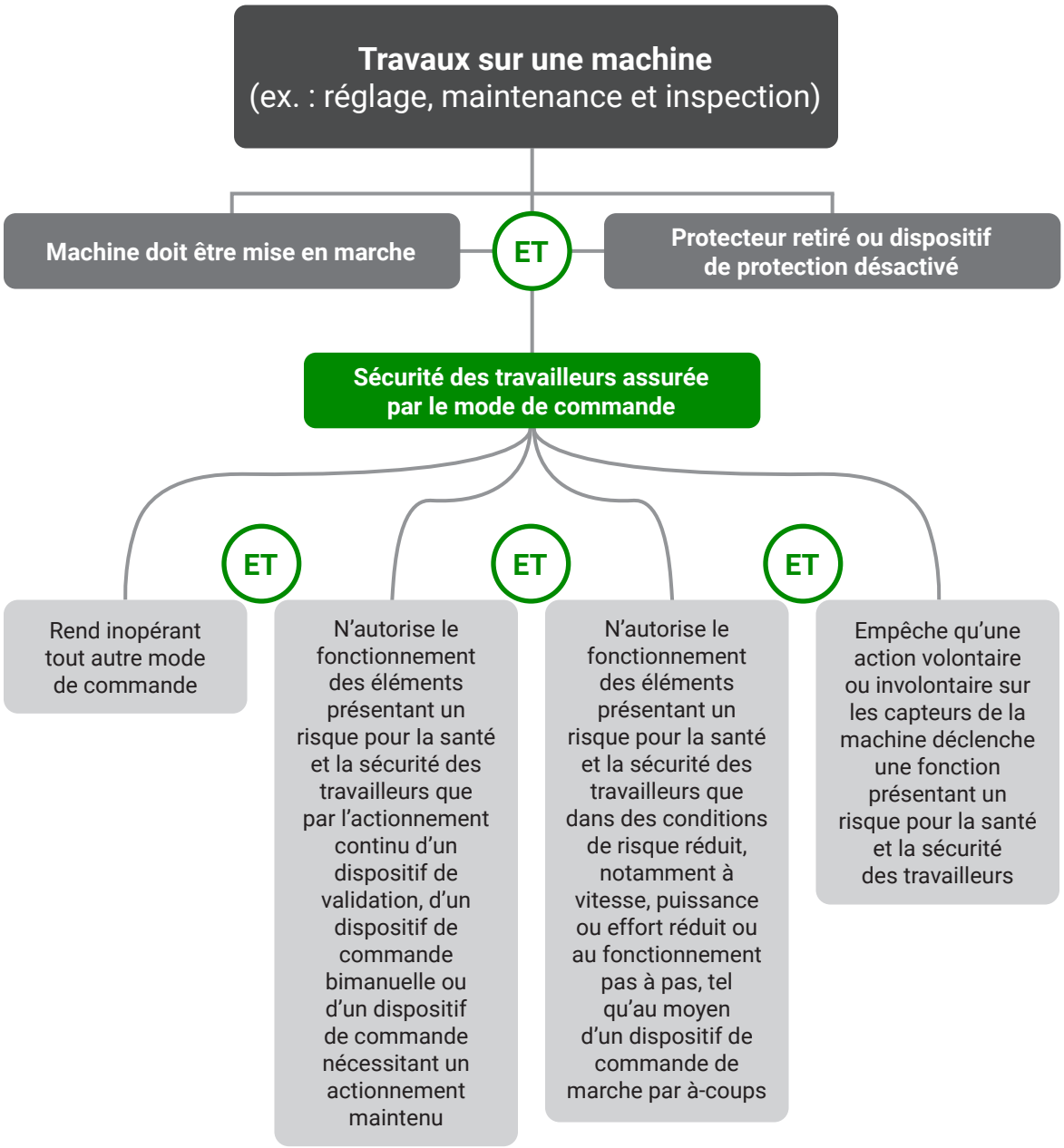


Figure 21 — Schéma représentant l'article 188 du RSST

En plus des travaux de réglage, de maintenance ou d'inspection dont il est explicitement question à l'article 188, des travaux d'apprentissage et de nettoyage pourraient également justifier l'utilisation d'un mode de commande spécifique. Les types de travaux indiqués à l'article 188 ne constituent pas une liste exhaustive.

EXEMPLE

Un robot-soudeur soude des pièces selon un programme établi. Ce robot se trouve dans une enceinte afin de protéger les travailleurs et travailleuses des zones dangereuses créées par ses mouvements. Une porte munie d'un dispositif de verrouillage permet d'accéder à l'intérieur de l'enceinte afin de charger et de décharger des pièces. Quand un travailleur ouvre la porte de l'enceinte, le robot s'immobilise.

Avant le début du soudage d'un nouveau type de pièces, le robot doit être programmé. Pour que ce travail soit effectué, le fabricant prévoit un mode de commande spécifique conforme à la norme CSA Z434 portant sur les robots industriels. En mode de commande réglage, la travailleuse ou le travailleur se trouve à l'intérieur de l'enceinte et commande le mouvement du robot en appuyant de manière continue sur le dispositif de validation. La vitesse maximale de déplacement du robot autorisée est alors de 250 mm/sec. L'utilisation de ce mode de commande rend inopérant tout autre mode de commande et empêche qu'une action volontaire ou involontaire sur les capteurs de la machine déclenche une fonction présentant un risque.

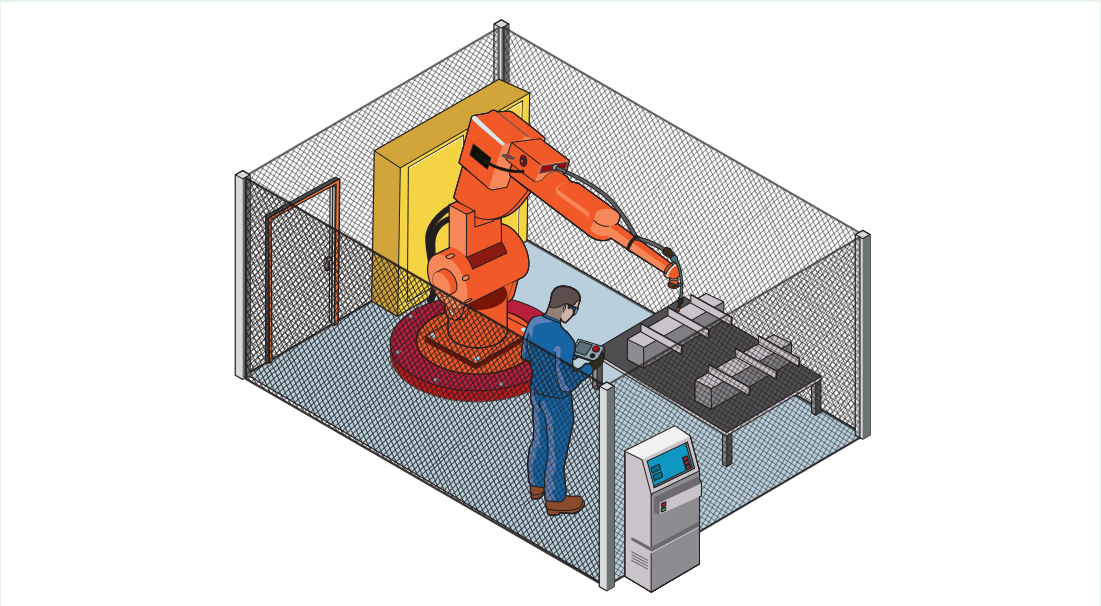


Figure 22 — Exemple d'intervention en mode réglage

Il n'existe pas de valeurs de vitesse, de puissance ou d'effort réduits, prescrites de façon générale et valables pour toutes les machines. Les valeurs acceptables dépendent de plusieurs paramètres qui doivent découler d'un processus d'appréciation du risque. Il existe cependant des valeurs de référence prescrites dans des normes spécifiques. L'IRSST a réalisé une étude sur le sujet et a élaboré le guide RG-1002 Sécurité des machines et mode de fonctionnement à énergie réduite — Démarche pour le choix de valeurs sécuritaires, qui répertorie les valeurs sécuritaires spécifiées dans certaines normes.

Utilisation sécuritaire d'une machine

L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité des travailleurs lors de l'utilisation d'une machine. Une machine utilisée à une autre fin que celle prévue par le fabricant ou au-delà de ses limites de fonctionnement peut mener à l'improvisation d'une méthode de travail et au retrait d'un protecteur ou à la neutralisation d'un dispositif de protection, exposant le travailleur à une zone dangereuse.

art.178

Risque résiduel

Malgré la mise en place de moyens de protection, des risques résiduels peuvent persister. Un exemple de risque résiduel présent malgré la mise en place d'un moyen de protection est l'accès à la lame en rotation d'un banc de scie. Bien qu'un protecteur à fermeture automatique soit en place, ce dernier se soulève pour laisser passer la pièce à couper. Un contact avec la lame en rotation pourrait survenir lorsque cette pièce est poussée avec les mains. L'utilisation d'un accessoire, tel un poussoir, permet de réduire le risque, gardant les mains éloignées de la zone dangereuse.

De plus, pour certaines machines, par exemple la souffleuse à neige, il est prévisible que l'installation d'un moyen de protection ait pour résultat de rendre raisonnablement impraticable la fonction même pour laquelle cette machine a été conçue. Des risques résiduels sont alors présents, et des mesures visant à les contrôler et à les réduire doivent être mises en place.

art.179

Lorsque les pièces en mouvement d'une machine créent un risque d'entraînement, les travailleuses et travailleurs doivent porter des vêtements ajustés qui ne comportent aucune partie flottante. Ils ne doivent pas porter de bijoux ou d'autres accessoires pouvant être entraînés par la pièce en mouvement. Également, un moyen efficace doit retenir la barbe ou les cheveux longs.

ACCIDENT

Une travailleuse se fait happer mortellement par l'arbre de transmission d'un tracteur après que son foulard s'est enroulé autour de l'arbre de transmission. Le protecteur de l'arbre de transmission était endommagé. Même si cette situation est inacceptable, il est impératif que les vêtements soient bien ajustés et qu'ils ne comportent aucune partie flottante près de telles pièces en mouvement.

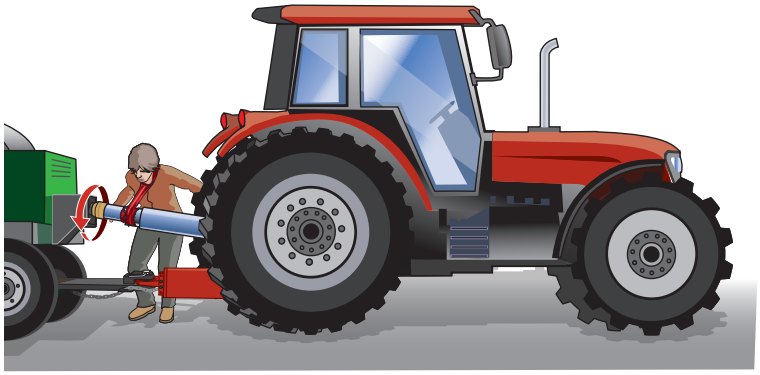


Figure 23 — Accident mortel causé par l'entraînement d'un foulard par un arbre de transmission

L'employeur identifie les risques résiduels et met en place des mesures visant à les contrôler et à les réduire en se basant sur le manuel d'instruction du fabricant de la machine ou, le cas échéant, sur les spécifications d'une ingénieure ou d'un ingénieur ainsi que sur les règles de l'art.

Procédures et méthodes de travail

L'employeur a l'obligation de s'assurer que les méthodes et techniques utilisées pour accomplir un travail sont sécuritaires. Dans le but de respecter cette obligation, des procédures et méthodes encadrant l'utilisation de machines doivent être élaborées en cohérence avec l'aptitude des travailleuses et des travailleurs qui ont à les utiliser. Ces procédures pourraient inclure des éléments tels que :

- la description de la machine, de ses modes de commandes et de son fonctionnement ;
- les moyens de protection en place pour protéger l'accès aux zones dangereuses ;
- les utilisations proscrites ;
- les instructions pour une utilisation sécuritaire comprenant l'utilisation d'accessoires ;
- les instructions de réglage et d'ajustement de la machine qui ont une incidence sur la santé et la sécurité des travailleurs ;
- les risques n'ayant pu être éliminés par les moyens de protection ;
- les équipements de protection individuelle requis pour l'utilisation de la machine.

Afin que ces procédures et méthodes perdurent, il est recommandé de les mettre par écrit. Cela procure plusieurs avantages, tels que la facilité d'accès à l'information, une meilleure cohérence dans les informations transmises et la conservation des informations à la suite du départ d'une personne expérimentée.

Formation et information des travailleurs

Les informations concernant, entre autres, l'utilisation sécuritaire d'une machine, les risques résiduels et les équipements de protection individuelle nécessaires à l'utilisation doivent être disponibles pour les travailleurs et travailleuses.

Ces informations peuvent être communiquées par l'entremise de procédures de travail écrites, de fiches d'information accessibles à même la machine, de signaux d'avertissement, etc.

Les travailleurs doivent également être formés sur l'utilisation sécuritaire de la machine. Cette formation devrait couvrir minimalement les éléments suivants :

- Les procédures et méthodes de travail.
- Les risques découlant de l'utilisation normale et de la mauvaise utilisation raisonnablement prévisible de la machine.
- L'usage des équipements de protection individuelle nécessaires à l'utilisation de la machine.

Supervision des travailleurs

La responsabilité de l'employeur ne se limite pas à l'élaboration de procédures de travail et à la formation des travailleurs et travailleuses. Avec une supervision appropriée, l'employeur s'assure de l'utilisation sécuritaire des machines et adapte les procédures de travail et les formations, le cas échéant.

Responsabilité du travailleur

Les travailleuses et travailleurs ont l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger leur santé, leur sécurité ou leur intégrité physique ou psychique, et de veiller à ne pas mettre en danger la santé, la sécurité ou l'intégrité physique ou psychique des autres personnes. Dans cette optique, ils doivent respecter les procédures de travail établies et informer l'employeur de toute situation qu'ils jugent à risque. Par exemple, s'ils constatent qu'un dispositif de protection n'est pas fonctionnel ou qu'un protecteur est brisé, ils doivent en aviser immédiatement l'employeur afin que la situation soit corrigée. Ils ne doivent pas contourner ou rendre inopérant un moyen de protection afin de faciliter leur travail ou d'améliorer la productivité de la machine.

Les travailleuses et travailleurs doivent également participer à l'identification des risques liés à l'utilisation d'une machine afin d'améliorer les mesures de prévention mises en place.

art.180

Maintien en bon état d'une machine

Une machine et ses moyens de protection doivent être maintenus en bon état afin d'en assurer un bon fonctionnement et une utilisation sécuritaire. Les inspections et les entretiens réguliers permettent de détecter des problématiques comme celles-ci :

- L'huile qui fuit d'une machine et qui s'accumule sur le plancher, le rendant glissant.
- Un système de freinage inefficace, qui peut faire en sorte qu'une personne atteigne une zone dangereuse.
- Un protecteur endommagé, mal ajusté ou qui a perdu des moyens de fixation.
- Un dispositif de verrouillage qui n'est plus fonctionnel en raison de l'accumulation de liquide à l'intérieur de son corps de protection.

Certains moyens de protection dépendent du système de commande de la machine et assurent des fonctions de sécurité. Ces fonctions de sécurité doivent être inspectées selon les recommandations du manuel d'instruction du fabricant et les règles de l'art afin que leur bon fonctionnement soit assuré.

La participation des travailleuses et travailleurs à l'identification des risques contribue à rendre les machines sécuritaires. Ceux-ci doivent communiquer à l'employeur tout bris ou toute problématique qui fait en sorte que la machine n'est pas maintenue en bon état afin que ce dernier apporte rapidement les correctifs nécessaires, ce qui contribue à éliminer les risques d'accident.

Voici un exemple d'accident qui s'est produit alors que la machine et qu'un de ses moyens de protection n'étaient pas maintenus en bon état.

ACCIDENT

Avant d'entrer dans la cuve d'un mélangeur pour enlever le surplus d'ensilage de foin, un travailleur met le bras d'embrayage à la position arrêt tout en laissant le moteur en fonction. En raison du mauvais entretien du mélangeur, un démarrage imprévu des batteurs du mélangeur survient alors que le travailleur est dans la cuve. Le travailleur décède.
Voici les éléments problématiques relevés lors de l'enquête sur l'accident :

- Le remplacement du moteur d'origine par un moteur plus puissant, qui ne respecte pas les spécifications du fabricant.
- Le désalignement de la poulie de l'arbre de transmission du moteur.
- Le relâchement des boulons de la plaque de soutien de la tige.
- L'usure de la courroie d'entraînement.
- Le dysfonctionnement de la plaque sensible à la pression en raison d'un fil coupé. Cette plaque sensible permet d'arrêter le mouvement des batteurs lorsqu'une pression s'y exerce.

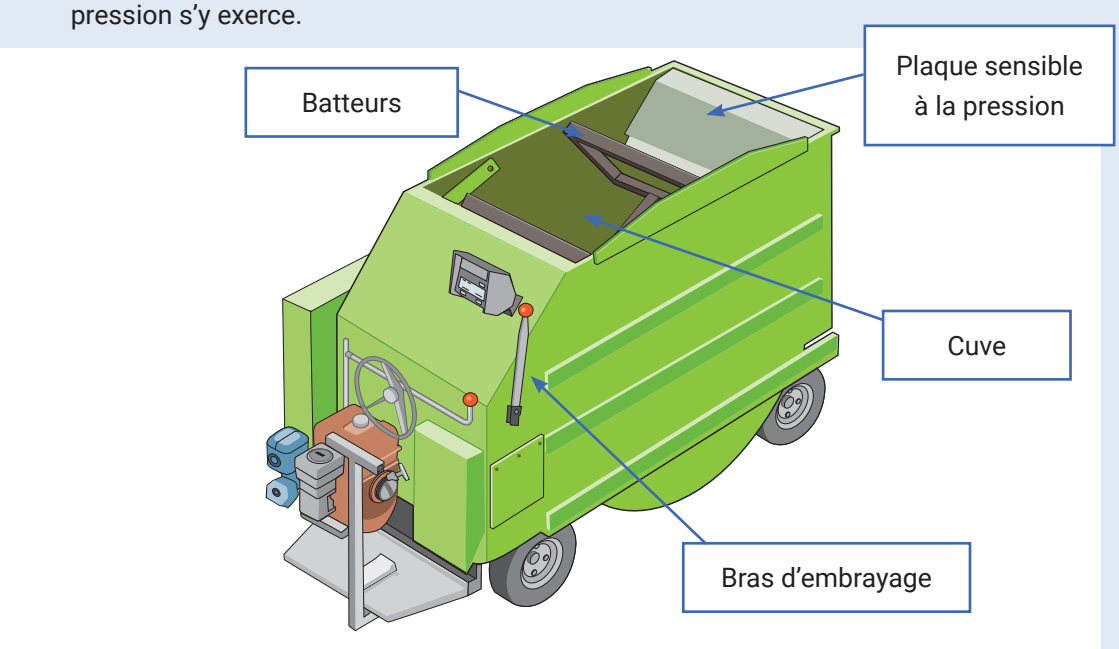


Figure 24 — Mélangeur impliqué dans l'accident

art.186

Par ailleurs, un moyen de protection doit être remplacé seulement par un autre offrant au moins une sécurité équivalente. Par exemple, un protecteur avec dispositif de verrouillage ne doit pas être remplacé par un protecteur réglable manuellement. Le protecteur réglable manuellement offre un niveau de protection moins élevé qu'un protecteur avec dispositif de verrouillage, car son efficacité dépend du réglage du travailleur.

art.195 à 207

Cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies

ATTENTION!

Plusieurs accidents mortels surviennent lorsqu'une personne effectue un travail* dans la zone dangereuse d'une machine, sans avoir préalablement cadenassé ou appliqué une méthode qui assure une sécurité équivalente. Le guide *Cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies* décrit les exigences à respecter lors de l'exécution de ce travail.

***Exemples de travail :** montage, installation, ajustement, inspection, décoinçage, réglage, mise hors d'usage, entretien, désassemblage, nettoyage, maintenance, remise à neuf, réparation, modification ou déblocage.

Modification d'une machine

Les machines utilisées dans les établissements peuvent être modifiées pour diverses raisons : adéquation des machines aux exigences de production et d'organisation du travail, assemblage avec d'autres machines, amélioration du niveau de sécurité et extension d'une ligne de production.

Le RSST vient baliser les situations exigeant l'implication d'une ingénieure ou d'un ingénieur[5] lors de la modification d'une machine effectuée à compter du 27 juillet 2023 :

art.176

Modification d'une machine : La modification d'une machine, pouvant avoir un impact sur la santé et la sécurité des travailleurs, doit être effectuée sous la supervision d'un ingénieur et la sécurité de cette modification doit être attestée par celui-ci.

Aux fins du premier alinéa, on entend par « modification » celle qui, sans être prévue par le fabricant, a pour effet de changer la vocation de la machine, de l'intégrer dans un groupe de machines, d'y ajouter ou d'y supprimer une fonction, de changer ses performances ou son mode opératoire ou de mettre en œuvre des moyens de protection affectant les fonctions de sécurité de cette machine.

Ne constitue pas une modification l'installation d'un équipement ou d'un outil interchangeables qui est prévue par le fabricant d'un tel équipement ou d'un tel outil.

Il est à noter que les modifications énumérées au deuxième alinéa de l'article 176 ne requièrent pas l'implication d'un ingénieur lorsque celles-ci sont prévues par le fabricant de la machine modifiée. Également, l'installation d'un équipement ou d'un outil interchangeable ne constitue pas une modification lorsqu'elle est prévue par le fabricant de l'équipement ou de l'outil interchangeables.

Selon le RSST, un équipement et un outil interchangeables sont définis comme suit :

art.172

« équipement interchangeable » : équipement destiné à être installé sur une machine et pouvant l'être par l'opérateur lui-même afin de changer la fonction de celle-ci ou d'y apporter une nouvelle fonction.

« outil interchangeable » : outils tels que les lames, mèches ou godets d'excavation pouvant être installés sur une machine sans que la fonction de celle-ci ne soit altérée et sans y ajouter de nouvelles fonctions.

5. Les balises encadrant l'implication de l'ingénieur spécifiée dans la section XXI du RSST sont le reflet des exigences présentes dans la *Loi sur les ingénieurs*.

L'employeur doit s'assurer que l'équipement ou l'outil interchangeable peut être assemblé et utilisé en toute sécurité sur sa machine. Le fabricant des équipements ou des outils interchangeables précise dans son manuel d'instruction les machines auxquelles ceux-ci peuvent être assemblés et avec lesquelles ils peuvent être utilisés en toute sécurité, en faisant référence soit aux caractéristiques techniques des machines, soit à des modèles spécifiques de machines. Il fournit également les instructions nécessaires pour l'assemblage et l'utilisation en toute sécurité des équipements et outils interchangeables.

Le tableau ci-dessous présente des exemples qui indiquent si l'implication d'un ingénieur est requise en vertu de l'article 176. Comme il s'agit d'exemples, chaque modification doit être évaluée afin de déterminer si l'implication d'un ingénieur est requise.

Modifications	Implication d'un ingénieur requise	
	Oui	Non
Ajout d'un convoyeur au bout d'une ligne de production	X	
Ajout d'une application de robotique collaborative au poste de chargement/déchargement d'une machine d'assemblage	X	
Modification d'une presse automatique pour permettre un chargement et un déchargement manuels	X	
Modification d'une machine pour en accroître la cadence de production	X	
Ajout d'un protecteur mobile avec dispositif de verrouillage sur une machine pour améliorer son niveau de sécurité	X	
Remplacement d'une commande bimanuelle par un rideau lumineux sur une presse plieuse	X	
Installation d'un dispositif de réduction du couple sur les rouleaux d'une bobineuse de films de plastique pour réduire les risques d'entraînement	X	
Assemblage de godets d'excavation à des engins de terrassement sans que cet assemblage soit prévu par le fabricant du godet ou de l'engin	X	
Assemblage d'équipements interchangeables à des tracteurs agricoles pour pouvoir labourer, planter, récolter, lever ou charger sans qu'un tel assemblage soit prévu par le fabricant de l'équipement interchangeable ou du tracteur	X	
Montage d'équipements interchangeables sur des engins pour forer ou démolir sans qu'un tel montage soit prévu par le fabricant de l'équipement interchangeable ou de l'engin	X	

Modifications	Implication d'un ingénieur requise	
	Oui	Non
Assemblage d'un équipement interchangeable à un véhicule comme un camion ou un tracteur pour l'exécution de fonctions telles que le dégagement ou le ramassage de la neige (déneigement) sans qu'un tel assemblage ait été prévu par le fabricant de l'équipement ou du véhicule	X	
Installation d'un protecteur fixe ou d'un protecteur réglable manuellement		X
Remplacement d'un dispositif de verrouillage d'un protecteur par un dispositif de rechange identique à celui prévu par le fabricant		X
Opérations de maintenance, de réparation ou d'entretien ainsi que remplacement de pièces référencées par le fabricant		X
Mise en place d'un nouvel outil sur un robot comme le prévoit le manuel d'instruction du fabricant		X
Montage d'équipements interchangeables sur des engins pour des fonctions telles que le forage ou la démolition lorsqu'un tel montage est prévu par le fabricant de l'équipement ou de l'engin		X
Assemblage d'un équipement interchangeable à un véhicule comme un camion ou un tracteur pour l'exécution de fonctions telles que le dégagement ou le ramassage de la neige lorsqu'un tel assemblage est prévu dans le manuel d'instruction du fabricant de l'équipement ou du véhicule		X

Tableau 5 — Exemples de modifications et implication requise d'un ingénieur

Voici un exemple d'accident mortel mettant en cause des machines modifiées sans que les modifications soient effectuées sous la supervision d'un ingénieur :

ACCIDENT

Un travailleur est écrasé sous la roue d'une planteuse automotrice artisanale. Cette dernière est fabriquée à partir de deux machines : un tracteur et une planteuse. Des modifications importantes ont été apportées au tracteur, telles que le retrait du poste de conduite du tracteur sans la supervision d'un ingénieur.

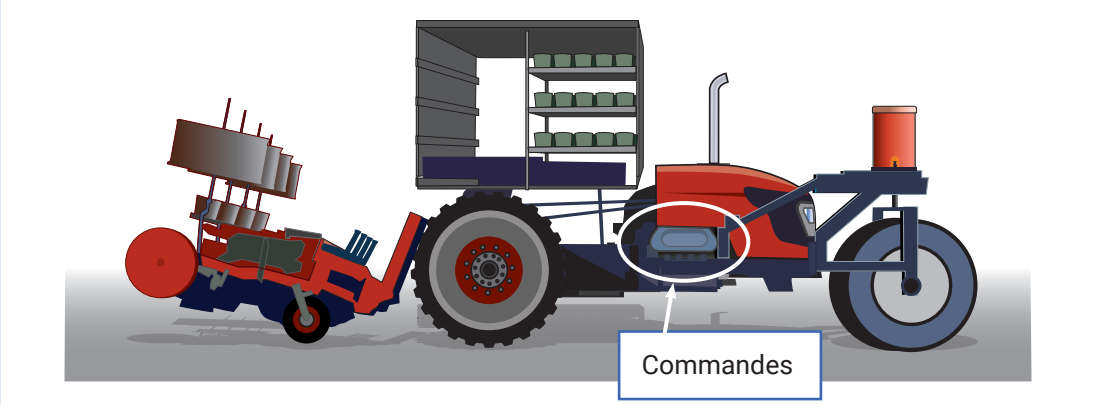


Figure 25 — Tracteur modifié avec commandes en avant de la roue

L'ingénieur[6] doit attester la sécurité d'une modification effectuée sous sa supervision. Voici ce que devrait comprendre son attestation, le cas échéant :

- Identification du client et/ou du propriétaire de la machine.
- Identification et description de la machine.
- Objet, portée et limite de l'attestation.
- Analyse de risque de l'ingénieur.
- Description sommaire des modifications effectuées.
- Spécification du type de modification (temporaire ou permanente).
- Protocole d'essais réalisés.
- Conformité de la modification effectuée en citant la réglementation, les normes et les autres références utilisées.
- Instructions pour le contrôle des risques résiduels.
- Autres informations pertinentes.
- Signature de l'ingénieure ou de l'ingénieur ayant supervisé la modification et produit l'attestation.
- Date de l'attestation.

De plus, l'employeur doit s'assurer que les procédures de travail, notamment celles qui concernent l'utilisation, l'entretien et la réparation, sont toujours adéquates et il doit les ajuster, le cas échéant. Par ailleurs, la formation des travailleurs peut être requise à la suite des modifications.

6. L'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) a élaboré un profil de compétences destiné aux ingénieures et aux ingénieurs qui assument des responsabilités en matière de sécurité des machines. Ce profil peut être consulté sur le site Internet de l'OIQ.

BIBLIOGRAPHIE

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. Protection des machines, 3e édition, Toronto, CSA, 2017, 180 p. (CSA Z432-16).

COMMISSION DES NORMES, DE L'ÉQUITÉ, DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. *Outil d'identification des risques – Prise en charge de la santé et de la sécurité du travail*, Québec, CNESST, 2022, 13, 18 p. (DC 200-418-1). [En ligne].

COMMISSION DES NORMES, DE L'ÉQUITÉ, DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. *Sécurité des machines – Guide du processus de l'appréciation du risque*, Québec, CNESST, 2023, 51 p. (DC200-7067) [En ligne].

COMMISSION DES NORMES, DE L'ÉQUITÉ, DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. *Sécurité des machines – Guide – protecteurs fixes et distances de sécurité - Prévention des risques mécaniques*, Québec, CNESST, 2023, 61 p. (DC200-7038) [En ligne].

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE. *Sécurité des machines : sécurité fonctionnelle des systèmes de commande relatifs à la sécurité*, 2e édition, Genève, CEI, 2021, 299 p. (CEI 62061-2021).

INSTITUT DE RECHERCHE ROBERT-SAUVÉ EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL. *Sécurité des machines et mode de fonctionnement à énergie réduite – Démarche pour le choix de valeurs sécuritaires*, Montréal, IRSST, 2018, 13 p. (RG-1002) [En ligne].

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION et COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE. *Normalisation et activités connexes – Vocabulaire général*, 8e édition, Genève, ISO, 2004, 60 p. (ISO/CEI Guide 2 : 2004).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines – Principes généraux de conception – Appréciation et réduction du risque*, Genève, ISO, 2010, 82 p. (ISO 12100 : 2010).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1 : Principes généraux de conception*, 3e édition, Genève, ISO, 2015, 94 p. (ISO 13849-1 : 2015).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines – Fonction d'arrêt d'urgence – Principes de conception*, 3e édition, Genève, ISO, 2015, 12 p. (ISO 13850 : 2015).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines – Dispositifs de commande bimanuelle – Principes de conception et de choix*, 2e édition, Genève, ISO, 2019, 22 p. (ISO 13851 : 2019).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines – Positionnement des moyens de protection par rapport à la vitesse d'approche des parties du corps*, 2e édition, Genève, ISO, 2015, 40 p. (ISO 13855 : 2010).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines – Distances de sécurité empêchant les membres supérieurs et inférieurs d'atteindre les zones dangereuses*, 2e édition, Genève, ISO, 2019, 20 p. (ISO 13857 : 2019).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines – Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs – Principes de conception et de choix*, 2e édition, Genève, ISO, 2013, 71 p. (ISO 14119 : 2013).

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, à jour au 5 juin 2023*, 2023 [En ligne] (Consulté le 31 juillet 2023).

QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, r. 13*, à jour au 1er août 2023, 2023 [En ligne] (Consulté le 20 novembre 2023).

Pour nous joindre
cnesst.gouv.qc.ca
1 844 838-0808

DC200-7078 (2024-04)