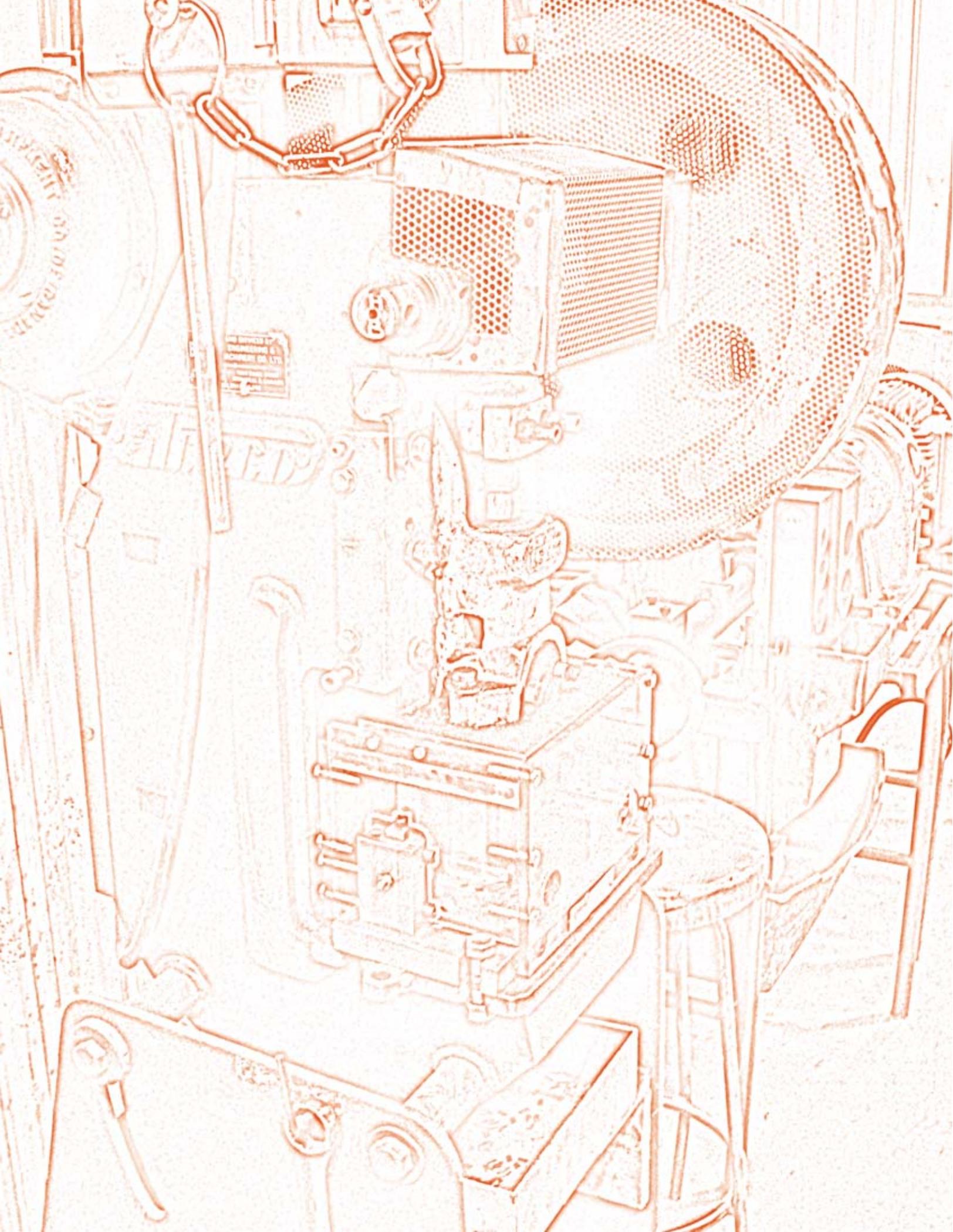


Élaborer un plan de sécurisation des machines

Guide

Marie-Josée Ross
Guillaume Côté





Élaborer un plan de sécurisation des machines

Guide

Marie-Josée Ross
Guillaume Côté



Élaborer un plan de sécurisation des machines

Conception et rédaction

Marie-Josée Ross, ing.

Guillaume Côté, ing.

Illustrations

Ronald Du Repos

CSST, IRSST

Conception graphique et mise en page

Hélène Camirand

On peut se procurer des exemplaires du présent document en communiquant avec :

ASPHME

2271, boul. Fernand-Lafontaine, bureau 301

Longueuil (Québec) J4G 2R7

Tél. : 450 442-7763

Il est possible de télécharger ce document gratuitement à partir de notre site : www.asphme.org

Reproduction

La reproduction des textes est autorisée pourvu que la source soit mentionnée et qu'un exemplaire nous soit envoyé.

Dans ce document, le générique masculin est utilisé sans discrimination et dans le seul but d'alléger le texte.

Tous droits de traduction réservés

© Janvier 2011 Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur de la fabrication de produits en métal, de la fabrication de produits électriques et des industries de l'habillement

ISBN : 978-2-923831-15-2 Élaborer un plan de sécurisation des machines (PDF)

ISBN : 978-2-923831-16-9 Élaborer un plan de sécurisation des machines (version imprimée)

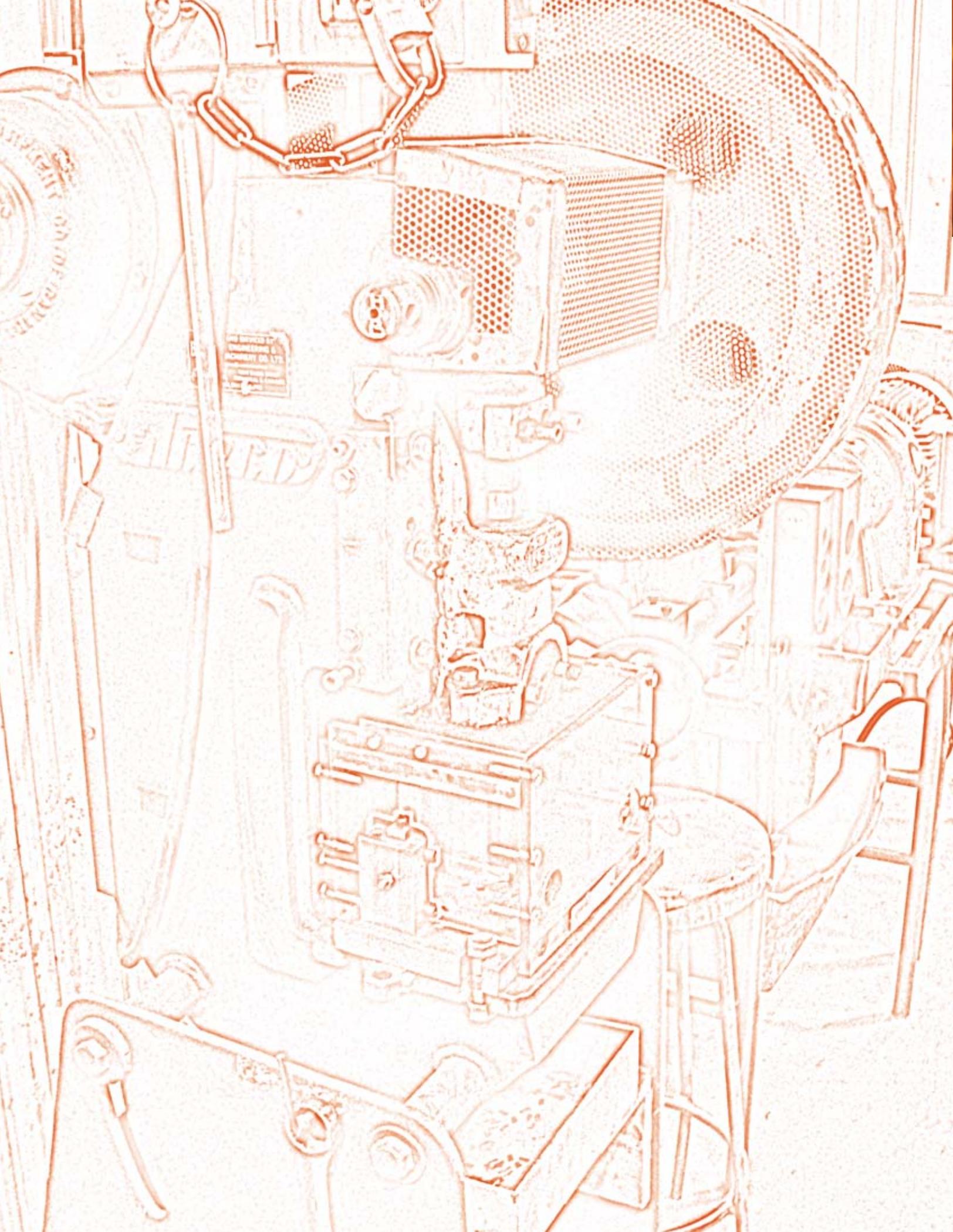
Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Québec, 2011

Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Canada, 2011

Table des matières

Introduction

Pourquoi sécuriser les machines ?	5
Parce que...	
La loi, c'est la loi	
- La Loi sur la santé et la sécurité du travail – LSST	
- La Loi C-21	
- Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail – RSST	
Le plan de sécurisation des machines	6
Plan d'action	
Inventorier – Faire l'inventaire des machines	7
Se questionner – Se poser des questions sur les objectifs, les ressources et les échéanciers	8
Décider – Déterminer les objectifs, les ressources et les échéanciers	9
Prioriser – Décider par quelles machines commencer	10
Démarche de sécurisation	
Utiliser une fiche de sécurisation	14
Analyser les dangers	15
- Identifier les zones dangereuses accessibles	
- Analyser les défaillances possibles	
- Remplir les sections 1 et 2 de la fiche de sécurisation	
S'assurer de faire les bons choix	18
- Remplir la section 3 de la fiche de sécurisation	
En bref	21
Informations complémentaires : protecteurs et dispositifs de protection	22
Exemple de projet de sécurisation complété sur une machine	26
Références	28



Introduction

Ce guide s'adresse aux comités de santé et de sécurité ainsi qu'aux gestionnaires d'entreprise (directeur de production, responsable de la maintenance, ingénieurs, responsable SST, etc.) intéressés à s'engager dans un plan de sécurisation des machines.

Les accidents liés aux machines ont souvent pour cause l'accès aux différentes zones dangereuses des machines. Des amputations, des lacérations, des décès surviennent alors qu'il serait possible de les éviter. Depuis quelques années, un accent particulier est mis sur la sécurisation des machines afin de réduire le nombre d'accidents attribuables aux machines.

Lorsqu'on a des dizaines de machines à sécuriser, la tâche peut devenir colossale. Il faut se donner les moyens de se structurer, de planifier sa démarche et de dégager les ressources nécessaires au projet. Le présent document fournit des informations et des exemples pour vous aider à développer un plan de sécurisation de vos machines. Il se divise en deux parties :

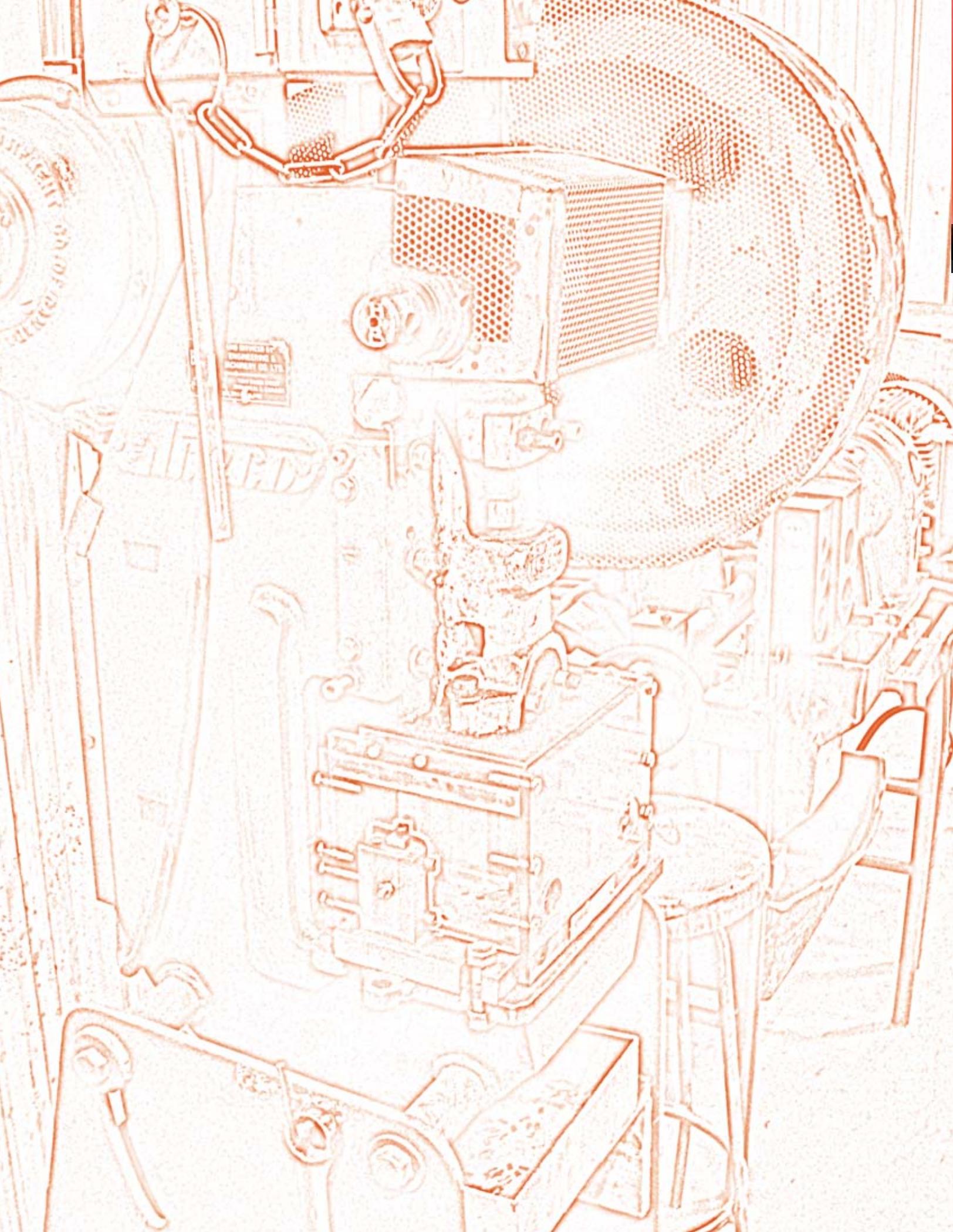
Le plan d'action

La démarche de sécurisation des machines

Le plan d'action est un élément de gestion. Il met d'abord l'accent sur la réalisation de l'inventaire du parc machines et sur les questions incontournables auxquelles il faut répondre avant de se lancer dans la sécurisation proprement dite. À la fin de cette première étape, on aura une idée claire des objectifs visés, des contraintes existantes, des ressources disponibles et on saura par quelles machines commencer.

La démarche de sécurisation fournit des informations et des exemples pour aider à identifier les zones dangereuses et à mieux connaître les moyens qui existent pour réduire le risque sur les machines. L'accent est mis sur les dangers mécaniques et sur l'utilisation de protecteurs et de dispositifs de protection pour empêcher l'accès aux zones dangereuses.

Il est à noter que la protection machine s'applique à des situations de production normale et ne s'applique pas à la plupart des applications de maintenance, de réparation et de réglage. Dans ces derniers cas, il faudra envisager d'autres moyens tels que le cadenassage et ses alternatives ou la maintenance préventive pour réduire le risque d'accident.



Pourquoi sécuriser les machines?

Parce que...

Chaque année, chaque mois, chaque semaine, trop d'accidents associés aux machines surviennent. Des travailleurs sont mutilés, amputés, blessés, tués par des machines. Une machine se met accidentellement en marche, un travailleur se fait entraîner dans une zone de coincement. Bref, l'accès aux zones dangereuses ou le travail à proximité de celles-ci est la cause d'un bon nombre d'accidents. C'est pour cette raison qu'il faut se protéger des machines en utilisant divers moyens qui réduisent le risque d'accident.

La loi, c'est la loi

Plusieurs dispositions des lois, règlements, normes et codes existent afin d'assurer la santé et la sécurité des travailleurs. Une entreprise manufacturière québécoise doit minimalement respecter la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST) et le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST). Il existe aussi des normes qui constituent des sources d'informations précieuses pour toute entreprise désireuse de progresser davantage en santé et sécurité.

La Loi sur la santé et la sécurité du travail — LSST

La LSST précise les droits et les obligations des employeurs et des travailleurs.

L'article 51 de la Loi précise que l'employeur a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs. Il doit utiliser des méthodes et des techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques, informer adéquatement les travailleurs sur les risques, etc.

Voici la définition d'une zone dangereuse selon le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (article 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.**

L'article 49 de la Loi oblige le travailleur à prendre toutes les mesures nécessaires pour protéger sa santé, sa sécurité et son intégrité physique ainsi qu'à veiller à ne pas mettre en danger d'autres individus présents sur les lieux du travail ou à proximité. Il doit également participer à l'identification et à l'élimination des risques d'accidents du travail et de maladies professionnelles.

La Loi C-21

Cette loi constitue un renforcement du Code criminel concernant la responsabilité face à la santé et à la sécurité du travail. Elle oblige l'employeur et ses représentants à mettre en œuvre des mesures pour éviter un accident du travail telles que l'identification et le contrôle des risques, la formation et l'implantation de procédures et de programmes.

Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (s-2.1, r.19.01) — RSST

Le Règlement comporte une série d'obligations auxquelles il faut se conformer. La section XXI du Règlement porte sur les machines. On retrouve dans cette section les définitions de plusieurs termes ainsi que des exigences concernant la sécurité sur les machines en général et sur certaines machines plus spécifiques. Lorsqu'il s'agit de sécurisation des machines, l'article 182 constitue l'article principal auquel il faut se conformer. Il stipule qu'on ne doit pas avoir accès aux zones dangereuses d'une machine durant son fonctionnement et que des protecteurs ou des dispositifs de protection doivent être utilisés.

plan de sécurisation

sécurisation des machines

6

Le plan de sécurisation des machines

Le plan de sécurisation n'est ni plus ni moins qu'un outil pour s'organiser et se structurer. Il devient indispensable lorsque le parc machines est important et/ou que l'échéancier s'échelonne sur plusieurs mois. Il sera utilisé pour répartir les étapes et les tâches à réaliser, nommer les responsables, fixer les dates de réalisation et faire le suivi. Ce n'est pas une simple liste d'épicerie. C'est en quelque sorte un document qui fait le pont entre la gestion et la réalisation.

Le plan de sécurisation proposé se divise en deux parties, soit le plan d'action et la démarche de sécurisation. Le plan d'action est un élément de gestion qui sert à déterminer les objectifs visés, les personnes impliquées et les machines à prioriser.

La démarche de sécurisation propose une façon d'atteindre l'objectif de sécurisation d'une machine. C'est la portion plus technique pour laquelle on utilise un outil appelé fiche de sécurisation. On y rassemble toutes les informations pertinentes et les solutions retenues pour sécuriser la machine. C'est un outil fort utile pour communiquer l'information, pour faire le suivi et pour s'assurer de ne rien oublier.

Plan de sécurisation

Plan d'action

Inventorier – Faire l'inventaire des machines

Se questionner – Se poser des questions sur les objectifs, les ressources et les échéanciers

Décider – Déterminer les objectifs, les ressources et les échéanciers

Prioriser – Décider par quelles machines commencer

Démarche de sécurisation

Utiliser une fiche de sécurisation

Analyser les dangers

- Identifier les zones dangereuses accessibles
- Analyser les défaillances possibles
- Remplir les sections 1 et 2 de la fiche de sécurisation

S'assurer de faire les bons choix

- Remplir la section 3 de la fiche de sécurisation

plan d'action

Plan d'action

Inventorier – Faire l'inventaire des machines

Se questionner

Décider

Prioriser

7

Pour faciliter la rédaction du plan d'action, on fait d'abord une liste complète des machines que l'on envisage sécuriser et on recueille les informations suivantes pour chacune des machines.

Suggestion d'un modèle de fiche facilitant l'inventaire des machines à sécuriser.

Fiche d'identification

Numéro de la fiche d'identification	On attribue un numéro à chacune des fiches.
Département	On indique le département, la localisation où se trouve la machine.
Codification de la machine	Y a-t-il un système de codification des machines dans l'usine ? Si oui, on inscrit le numéro de la machine. Si non, il serait utile d'en instaurer un pour éviter toute confusion en s'assurant qu'il y a une identification unique pour chaque machine.
Nom de la machine	Quel est le nom utilisé pour identifier la machine ?
Type de machine	Est-ce une presse, un convoyeur, une scie ?
Description	Ce qui caractérise la machine, à quoi elle sert. On utilise une description suffisamment précise, par exemple : <ul style="list-style-type: none">- Au lieu de « presse », indiquer : presse poinçonneuse hydraulique pour les couvercles.- Au lieu de « scie », indiquer : scie à ruban horizontale.- Au lieu de « plieuse », indiquer : presse plieuse hydraulique 12 pi Amada.
Marque et modèle	On fournit le plus d'information possible. Si le numéro de série est connu, on l'inscrit.
Commentaires	On inscrit tout commentaire jugé pertinent comme par exemple : incident survenu en 2009, beaucoup de copeaux projetés, machine peu utilisée, déjà eu un protecteur mais a été démantelé, etc.

Plan d'action

Inventorier

8

Se questionner – Se poser des questions sur les objectifs, les ressources et les échéanciers

Décider

Prioriser

Une fois l'inventaire complété, il faut déterminer les objectifs, les ressources et les échéanciers. Pour ce faire, on doit d'abord réfléchir à certaines questions. Les personnes affectées à la maintenance, les membres du Comité de santé et de sécurité, les ingénieurs ou toute autre personne jugée pertinente peuvent participer à ce questionnement. Il ne doit pas être fait par une seule personne.

Quelle est notre cible de conformité ?

Au Québec, il faut se conformer au Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST). On peut toutefois vouloir se conformer à des normes spécifiques ou du moins vouloir se rapprocher d'une conformité à ces normes. Il faut les nommer. Des informations sur les normes sont fournies à la section *Références* de ce document.

Quelles sont les ressources disponibles ?

- Qui sera responsable d'élaborer et de coordonner le plan de sécurisation ?
- Quelles sont nos compétences à l'interne ?
 - Pour la conception mécanique des gardes protecteurs
 - Pour les systèmes de commande numérique; la programmation et le branchement
 - Pour les circuits électriques de commande et de puissance
- Quelles sont les ressources humaines disponibles ?
 - Pour l'achat ou la recherche de produits
 - Pour la conception
 - Pour la fabrication
 - Pour l'installation
- Quelles sont les ressources financières disponibles ?
 - Quelles sont les contraintes ?
- Est-ce que l'échéancier est imposé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), par le siège social, par la mutuelle de prévention ?

Un membre du personnel qui détient des connaissances sur les machines visées, mais qui est débordé ou qui manque de temps, ne devrait pas être considéré comme une ressource.

- Avez-vous reçu un avis de dérogation de la CSST ? La CSST intervient de façon très soutenue en sécurité des machines dans les entreprises depuis quelques années. Les interventions des inspecteurs de la CSST mènent régulièrement à des dérogations en vertu de la LSST et du RSST. L'entreprise se trouve dans l'obligation de mettre en place des solutions pour sécuriser leurs machines visées par les dérogations. Les délais sont courts. Des solutions temporaires peuvent être élaborées, mais certaines machines peuvent être interdites d'utilisation (scellées), tant qu'elles n'auront pas été sécurisées avec des moyens permanents et éprouvés.
- Votre mutuelle de prévention pose-t-elle des exigences ? Certaines mutuelles exigent un plan d'action pour la sécurisation des machines dans un but de prévention. L'entreprise se voit obligée d'emboîter le pas pour demeurer dans la mutuelle.

- Doit-on faire affaire avec une firme externe par manque de ressources techniques ou de compétences à l'interne ?

- Y a-t-il des contraintes de production ?

Quel est l'objectif visé ?

Veut-on sécuriser toutes les machines inventoriées? Seulement celles d'un département en particulier ou seulement un type de machine? Dans les faits, toutes les machines qui présentent un risque doivent être sécurisées. Toutefois, selon les risques présents, les ressources disponibles et le niveau d'utilisation des machines, on pourra décider de procéder par département ou par un type de machine à la fois.

A-t-on l'appui de la direction ?

Il est important de bien informer la direction dès le début du projet afin de valider les décisions et obtenir son appui.

Plan d'action

Inventorier

Se questionner

Décider – Déterminer les objectifs, les ressources et les échéanciers

Prioriser

9

Suggestion de formulaire pour aider à déterminer les objectifs, les ressources et l'échéancier. À la lumière des réponses obtenues à l'étape précédente, il faut être en mesure de remplir un formulaire semblable à celui-ci.

Formulaire

Déterminer
objectifs/ressources/
échéancier

**Responsable du projet de
sécurisation des machines :** _____

Objectif

- Sécuriser les machines jugées les plus dangereuses
- Sécuriser toutes les machines
- Sécuriser un type de machines : _____
- Sécuriser les machines du département : _____
- Autre : _____

**Dans tous les cas,
dressez une liste des
machines ciblées.**

Cible de conformité

- RSST
- RSST et s'inspirer des normes : _____
- Norme(s) : _____
- Autre : _____

Ressources internes

Nom	Tâches
_____	_____
_____	_____

Ressources externes

Nom	Tâches
_____	_____
_____	_____

Enveloppe budgétaire : _____ pour l'année en cours pour 6 mois

Échéancier : _____ **Approuvé par :** _____ **Date :** _____

Plan d'action

Inventorier

Se questionner

Décider

Prioriser – Décider par quelles machines commencer

10

À cette étape, les objectifs et les ressources sont connues, les machines à sécuriser sont identifiées. Il faut maintenant décider par quelles machines commencer puisqu'il est impossible de tout mener de front. Habituellement, on essaiera de s'attaquer d'abord aux machines les plus dangereuses. Si on ne sait pas par quelles machines commencer, une méthode de priorisation est proposée à la page suivante. Cette méthode permet de fournir un ordre de priorité basé sur trois critères :

- La gravité de la pire blessure pouvant être subie sur la machine.
- La durée d'utilisation de la machine au cours d'une semaine typique.
- L'impact financier en cas d'indisponibilité de la machine.

Vous trouverez un exemple appliqué à un cas spécifique et un exemple de résultats obtenus aux pages 12 et 13.

Si l'ordre de priorité est déjà établi, passez à la section suivante *Démarche de sécurisation* à la page 14.

Suggestion d'une méthode de priorisation dans le cas où il est difficile d'établir un ordre de priorité parmi les machines à sécuriser.

Méthode de priorisation

11

La gravité de la pire blessure pouvant être subie : indice de gravité **IG**

En cas d'accident sur la machine, la gravité est-elle :

- Élevée ? (Dommage irréversible : mort, amputation, perte de la vue)
- Moyenne ? (Blessure nécessitant des soins hospitaliers ou absence prolongée)
- Faible ? (Blessure nécessitant uniquement les premiers soins)

La durée d'utilisation hebdomadaire : indice d'utilisation **U**

★ Au cours de la semaine, la machine a-t-elle une fréquence d'utilisation :

- Élevée ? (Plus de 20 heures)
- Moyenne ? (Entre 5 heures et 20 heures)
- Faible ? (Moins de 5 heures)

$$\text{IG} + \text{U} = \text{IS}$$

Ces deux indices sont imbriqués dans un tableau qui fournit l'indice pour la sécurité IS qui varie de 1 (indice faible) à 3 (indice élevé).

Indice pour la sécurité **IS**

		Utilisation hebdomadaire de la machine U		
		Élevée	Moyenne	Faible
Gravité de la pire blessure IG	Élevée	3	3	2
	Moyenne	3	2	1
	Faible	2	1	1

L'impact financier en cas d'indisponibilité de la machine : indice financier **IF**

★ Quel sera l'impact sur la production suite à l'indisponibilité de la machine ?

(Par exemple, suite à un scellé de la CSST ou à un accident)

- Perte financière élevée (supérieure à y \$)
- Perte financière moyenne (entre x \$ et y \$)
- Perte financière faible (inférieure à x \$)

$$\text{IS} + \text{IF} = \text{Pr}$$

Ces deux indices sont imbriqués dans un tableau qui fournit l'indice de priorité Pr qui varie de P1 (priorité élevée) à P9 (priorité faible).

Priorité d'intervention avec emphase sur le risque pour la sécurité **Pr**

		Perte financière IF		
		Élevée	Moyenne	Faible
Indice pour la sécurité IS	3	P1	P2	P3
	2	P4	P5	P6
	1	P7	P8	P9

★ **LES BARÈMES SONT À AJUSTER** L'entreprise doit déterminer ce qui constitue une durée d'utilisation faible, moyenne ou élevée et une perte financière élevée, moyenne ou faible, de manière à ce que les machines ne se retrouvent pas toutes avec le même ordre de priorité. Les barèmes peuvent varier d'une entreprise à l'autre selon le nombre de quarts de travail, le nombre de machines par travailleur, etc.

Exemple d'application de la méthode de priorisation. On fait de même pour toutes les autres machines visées afin d'obtenir un ordre de priorité.

Presse mécanique
à embrayage
positif 40 tonnes
Code : PRES 1

L'exemple est basé sur le barème
suivant :

Durée d'utilisation par semaine :
Faible : moins de 5 heures
Moyenne : entre 5 h et 20 h
Élevée : plus de 20 h

Impact financier par semaine :
Faible : moins de 5 000 \$
Moyen : entre 5 000 \$ et 20 000 \$
Élevé : plus de 20 000 \$



Exemple

Indice de gravité (IG) : Élevé
Pire blessure pouvant être subie : écrasement d'une partie du corps entre
la matrice et le coulisseau.

Utilisation hebdomadaire (U) : Moyenne
Utilisée environ 15 heures par semaine

Indice pour la sécurité (IS) = 3
Établi en combinant les indices U et IG selon le tableau de la page
précédente.

Perte financière (IF) : Moyenne
La production sera moyennement affectée (perte de 7 000 \$ par semaine)

Priorité d'intervention obtenue en combinant les indices IS et IF selon
le tableau de la page précédente: P2.

Exemple de ce que l'on peut obtenir comme résultat de priorisation, P1 ayant le niveau de priorité le plus élevé et P9 le plus faible. Une fois l'exercice complété, il faut grouper les machines par ordre de priorité : P1, P2, P3, etc.

Exemple

Machine/ identification	IG	U	IS	IF	Pr	Échéance	Commentaires
Cisaille No de codification: C-32	E	E	3	E	P1		
Presse plieuse hydraulique No: PR-14	E	E	3	E	P1		
Scie à ruban horizontale No: ...	E	E	3	E	P1		
Perceuse radiale No: ...	E	M	3	E	P1		
Machine à rouler (fer angles) No: ...	E	F	2	E	P4		
Presse hydraulique 200T No: ...	E	F	2	E	P4		
Table de coupe au plasma No: ...	F	E	2	E	P4		
Presse hydraulique 50T No: ...	E	F	2	F	P6		
Sableuse à courroie No: ...	F	M	1	E	P7		
Perceuse à colonne No: ...	M	F	1	F	P9		
Poinçonneuse 100T No: ...	M	F	1	F	P9		
Poinçonneuse coupeuse FPB No: ...	F	E	2	E	P4		
Convoyeur No: ...	M	E	3	E	P1		
Iron Worker No: ...	M	F	1	M	P8		
Etc.							

Légende E = Élevé M = Moyen F = Faible
3 = Élevé 2 = Moyen 1 = Faible

Rappel

- IG Indice de gravité
- U Indice d'utilisation
- IS Indice de sécurité
- IF Indice financier
- Pr Indice de priorité

démarche de sécurisation

Démarche de sécurisation

Utiliser une fiche de sécurisation

14

Analyser les dangers

S'assurer de faire les bons choix

L'utilisation d'une fiche de sécurisation présente de nombreux avantages. C'est à la fois un support à la démarche de sécurisation et un moyen uniforme de consigner le travail fait et à faire pour le communiquer à toutes les personnes concernées. Elle est visuelle et elle concentre l'information nécessaire en vue de la sécurisation d'une machine. Elle comprend trois grandes sections :

Section 1 sur l'identification

On y inscrit les informations recueillies au moment de l'inventaire (voir à la page 7).

Section 2 sur l'analyse des dangers

Il faut travailler selon les objectifs établis préalablement dans le plan d'action. Par exemple, si on vise la conformité à l'article 182 du RSST, on veillera à identifier dans cette section toutes les zones dangereuses accessibles de chacune des machines. Si on vise une analyse plus poussée incluant toutes les défaillances possibles ou encore si on vise la conformité à certains éléments d'une norme, on peut indiquer les résultats de ces analyses dans cette section. On inclut dans cette section des photos de la machine en lien avec l'analyse.

Section 3 sur les mesures correctives

Il s'agit d'inscrire les moyens techniques qui ont été retenus pour réduire les risques d'accidents. Il est également possible d'inscrire dans cette section, si on le veut, les mesures préventives qui sont envisagées telles que l'élaboration de procédures de travail, la formation des opérateurs, etc. On complète cette section en inscrivant les responsables et les échéanciers prévus.

Fiche de sécurisation		
No de fiche	Nom de la machine	Type de machine
1 Section sur l'identification		
Département	Codification de la machine	
Marque	Modèle	Description
2 Section sur l'analyse des dangers		Photos de la machine
Analyse des dangers		
3 Section sur les mesures correctives		
Mesures correctives		Responsable
		Échéancier
Réalisé par : _____		Date : _____
Appréciation du risque effectuée pour la catégorie des circuits de commande ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Si oui, effectuée par : _____		

Démarche de sécurisation

Utiliser une fiche de sécurisation

Analyser les dangers

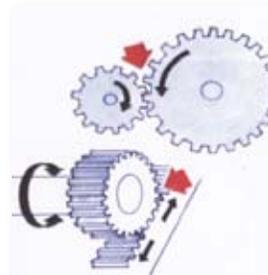
S'assurer de faire les bons choix

Identifier les zones dangereuses accessibles

Comme il a été mentionné dans l'introduction, ce document est axé sur les dangers d'origine mécanique présents sur les machines en mode de production normale. Tous les éléments en mouvement ou potentiellement en mouvement constituent un danger d'origine mécanique. On parle couramment de zones dangereuses. Les images suivantes illustrent certaines formes que ces zones peuvent prendre.

Pour identifier les zones dangereuses sur une machine, il s'agit de se poser les deux questions suivantes :

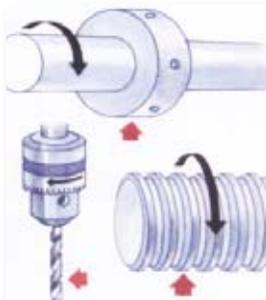
- Quelles sont les zones sur la machine ou près de la machine où il y a un risque de se retrouver coincé, de se faire entraîner, de se faire frapper ou de se faire écraser ?
- Y a-t-il un risque de projection de particules, de copeaux, de fragments de pièce brisée ?



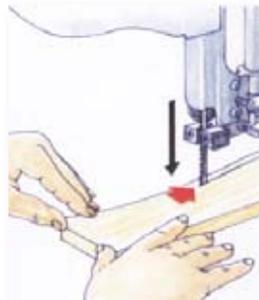
Entraînement
Écrasement
Sectionnement



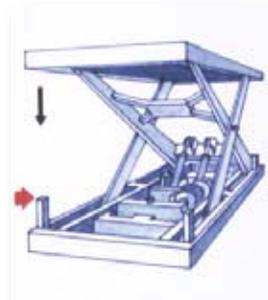
Choc
Écrasement



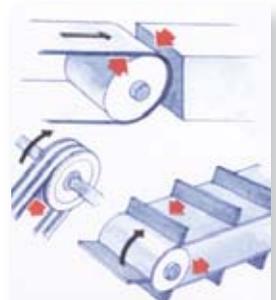
Enroulement
Happement
Entraînement



Coupure
Sectionnement
Projection



Écrasement
Cisaillement
Sectionnement



Entraînement
Écrasement
Arrachement
Sectionnement
Choc

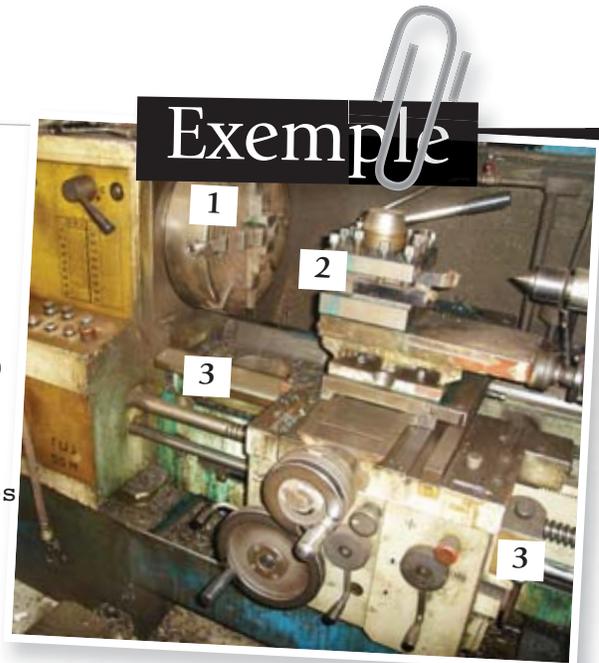
Une machine peut comporter une ou plusieurs zones dangereuses. Voici un exemple qui illustre les éléments qui créent des zones dangereuses accessibles sur un tour conventionnel.

Tour conventionnel

- 1- Mandrin
- 2- Outil et pièce (absents sur la photo)
- 3- Vis sans fin

Ces éléments créent des zones dangereuses où il y a des risques d'entraînement, d'arrachement, de choc, de coupure.

Il y a également une zone tout autour de la machine où il est possible de recevoir des copeaux ou des fragments de métal en cas de bris de la pièce ou de l'outil.



Analyser les défaillances possibles

Il faut également prendre conscience qu'un élément qui n'est pas en mouvement pourrait le devenir suite à une défaillance. C'est alors qu'on parle d'élément « potentiellement » en mouvement. Autrement dit, la machine ou une partie de la machine pourrait se mettre en mouvement suite à une défaillance. Voici quelques exemples de défaillances qui peuvent être d'origine matérielle ou d'origine humaine et leurs causes possibles :

- **Une défaillance électrique qui provoque un court-circuit dans le système de commande**

- câbles endommagés
- contacts soudés sur un relais électrique
- poussières métalliques dans un panneau électrique

- **Une défaillance mécanique**

- défaillance d'un frein
- défaillance d'un vérin

- **Une défaillance informatique**

- erreur de programmation
- erreur de branchement
- erreur de l'API (Automate Programmable Industriel)

- **Un actionnement involontaire de la commande de démarrage**

- pédale non protégée
- dispositif de commande bimanuel mal conçu

- **Un autre travailleur actionne la machine**

- démarrage à distance
- erreur de communication
- plusieurs consoles de commande indépendantes pour le même équipement (ex. : très long convoyeur)



Câbles endommagés



Pédale non protégée

Voici un exemple d'une fiche de sécurisation dont les sections 1 et 2 ont été remplies.

Exemple

Remplir les sections 1 et 2 de la fiche de sécurisation

Fiche de sécurisation

1	No de fiche 34	Nom de la machine Presse Brown Boggs	Type de machine Presse mécanique à embrayage positif 40 tonnes
	Département Découpe	Codification de la machine PRES1	
	Marque Brown Boggs	Modèle 15LW	Description Machine servant à presser les tuyaux. Utilisation pour des tâches dédiées.

2

Analyse des dangers

1- Accès au volant d'entraînement en rotation.

2- Accès aux articulations mobiles (bielle, vilebrequin, coulisseau).

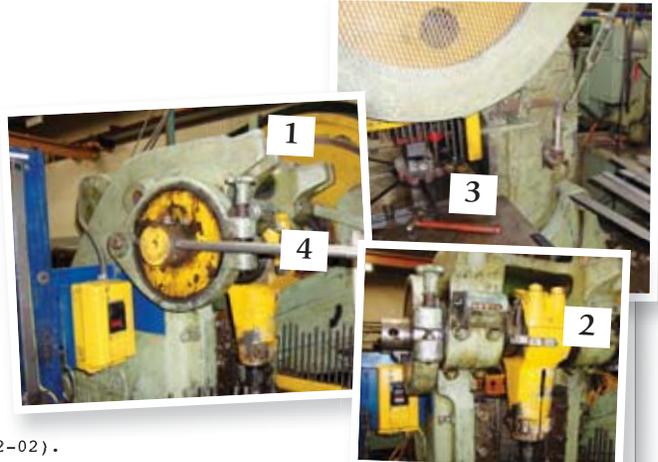
3- Accès à la zone d'écrasement entre les matrices.

4- Barre de guidage « déjam » peut être oubliée avant remise en marche (risque de projection de la barre).

- Absence d'un arrêt d'urgence.
- Absence d'une cale de sécurité.
- Absence d'un sectionneur cadenassable.
- Système de commande branché directement sur 600 V (risque de choc électrique).

Référence : Norme canadienne sur les presses (CSA Z142-02).

Photos de la machine



Mesures correctives

Responsable	Échéance
-------------	----------

Réalisé par : _____ Date : _____

Appréciation du risque effectuée pour la catégorie des circuits de commande ? Oui Non

Si oui, effectuée par : _____

Démarche de sécurisation

Utiliser une fiche de sécurisation

18

Analyser les dangers

S'assurer de faire les bons choix

Plusieurs facteurs doivent être pris en compte pour arriver à choisir les bons moyens qui permettront de réduire au minimum les risques d'accident sur les machines.

Rechercher de la documentation

Il est essentiel de bien connaître la machine, c'est-à-dire son fonctionnement, son utilisation, ses limites, son système électrique, etc. Il est utile de se référer aux manuels du fabricant et aux plans de conception, mais également aux normes de sécurité spécifiques aux machines, aux grilles d'autodiagnostic de l'ASPHME [2], aux documents de la CSST et de l'IRSST sur la sécurité des machines [1, 3, 4], etc. Tous ces documents fournissent des informations, des recommandations et des façons de faire pour sécuriser vos machines.

Les normes sur la sécurisation des machines fournissent des spécifications techniques et ne sont habituellement pas d'application obligatoire. Il existe des normes plus générales telle que la norme *Protection des machines CSA Z432-04* qui précise les caractéristiques des mesures de sécurité qui doivent entourer la machinerie industrielle (présence et dimensions des gardes, conception des interrupteurs, etc.). Cette norme décrit également la démarche à suivre par un concepteur qui conçoit un équipement. Il existe des normes plus spécifiques [5] qui touchent des machines en particulier, quelques exemples sont fournis dans la section *Références*.

Consulter

À l'interne : Il est essentiel de consulter les opérateurs et le personnel de maintenance avant de mettre en place des moyens de protection sur les machines. Cette consultation permet de connaître les besoins de visibilité et d'accessibilité, les défaillances déjà observées, la fréquence des interventions de déblocage et de réglage, etc.

Durant la consultation, il faut être convaincu qu'il existe des moyens pour sécuriser vos machines. Il peut apparaître plein de contraintes qui donneront l'impression que c'est pratiquement impossible, mais il faut persister. Il existe des solutions, il s'agit de les trouver. Il faut prendre conscience et accepter que les solutions trouvées auront peut-être un impact sur les habitudes et les méthodes de travail.

À l'externe : Des compétences particulières peuvent parfois être nécessaires. Par exemple, il peut être utile de faire appel à des ressources externes pour la conception et l'installation des protecteurs ou des dispositifs de protection.

Choisir des protecteurs et des dispositifs de protection

Le choix des protecteurs et des dispositifs de protection est une étape qui peut être complexe selon les situations. La section *Informations complémentaires* présente un survol de ces types de protection. On choisira les protecteurs en fonction du besoin de visibilité et d'accessibilité, de la dimension des pièces à fabriquer, de la forme des zones dangereuses, etc. C'est pourquoi il est si important de consulter les personnes concernées si l'on veut faire des choix judicieux.

Même s'ils ne font pas l'objet de ce guide, d'autres moyens de réduction du risque peuvent être combinés à l'utilisation des protecteurs. Par exemple, il est possible d'installer sur une même machine un avertisseur sonore et un limiteur de vitesse en complément à un protecteur mobile. Des procédures de travail sécuritaire spécifiques à une machine, des signaux lumineux et d'autres mesures de sécurité peuvent également être mises en place.

S'assurer de la faisabilité

Selon l'âge, le modèle ou la conception de la machine, certains moyens de protection s'appliqueront et d'autres non. Certains moyens pourront s'appliquer seulement après avoir apporté des modifications à la machine (aux dispositifs de commande, au système d'alimentation, etc.). Il faut dans tous les cas s'assurer de la faisabilité des solutions retenues.

Faire des essais

Si un dispositif de protection est déjà en place, il faut évaluer s'il fonctionne réellement en faisant des essais et en vérifiant s'il répond aux exigences du RSST¹. Par exemple, s'il s'agit d'un protecteur mobile interverrouillé, on s'assure qu'il est impossible de l'ouvrir tant que le phénomène dangereux est présent, qu'à sa fermeture la machine n'est pas réenclenchée, etc. (article 176 du RSST). Il faut vérifier qu'il n'est pas possible de contourner (*by-pass*) le protecteur ou le dispositif en place. On s'assure également qu'il ne subsiste pas de risques résiduels.

Évaluer le niveau de fiabilité requis

Les protecteurs mobiles et les dispositifs de protection sont reliés à des systèmes de commande qui doivent assurer des fonctions de sécurité. Par exemple, l'ouverture d'un protecteur verrouillé doit nécessairement provoquer l'arrêt de la machine. Le circuit de commande qui y est rattaché doit être fiable, sinon le travailleur devient exposé à un danger lorsqu'il ouvre ce protecteur. En somme, plus la sécurité du travailleur repose sur le bon fonctionnement des dispositifs, plus les circuits de commande (circuits de sécurité) qui leur sont associés devront être fiables. Le niveau de fiabilité du système de commande est directement relié au niveau de risque.

Pour les concepteurs, on parle de catégories de circuits : B, 1, 2, 3 et 4. Plus la catégorie est élevée, plus le circuit est performant au niveau de la sécurité. La performance repose sur le principe de la redondance, sur la détection de défaut et sur le maintien des fonctions de sécurité malgré la présence d'un ou plus d'un défaut. Il est à noter que les composantes du circuit de commande doivent être approuvées pour la sécurité.

Avant de déterminer la catégorie de circuit requise sur une machine, il est nécessaire de passer par l'étape d'appréciation du risque [1, 7].

L'IRSST a produit un guide de conception des circuits de sécurité présentant la démarche et des exemples très concrets [6]. Ce guide est disponible gratuitement sur le site internet de l'IRSST.

1. Dans le RSST, la nomenclature des protecteurs est différente. Voir la section XXI-Machines du Règlement.

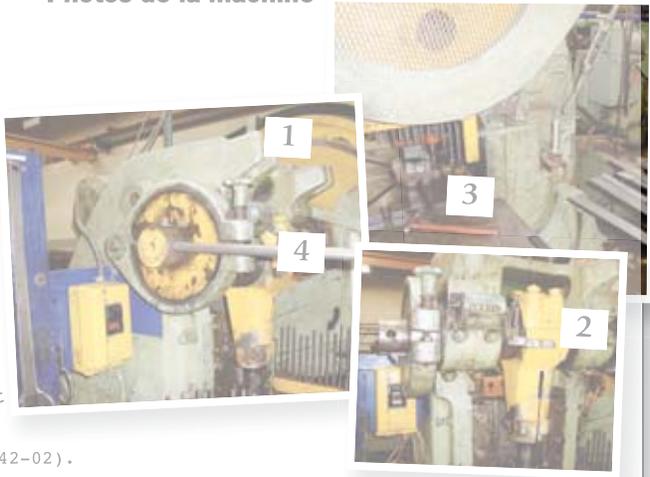
Voici la suite de l'exemple d'utilisation de la fiche de sécurisation présenté à la page 17.

Exemple

Fiche de sécurisation

20

Remplir la section 3 de la fiche de sécurisation

No de fiche 34	Nom de la machine Presse Brown Boggs	Type de machine Presse mécanique à embrayage positif 40 tonnes	
Département Découpe	Codification de la machine PRES1	Description Machine servant à presser les tuyaux. Utilisation pour des tâches dédiées.	
Marque Brown Boggs	Modèle 15LW	Photos de la machine	
Analyse des dangers 1- Accès au volant d'entraînement en rotation. 2- Accès aux articulations mobiles (bielle, vilebrequin, coulisseau). 3- Accès à la zone d'écrasement entre les matrices 4- Barre de guidage « déjam » peut être oubliée avant remise en marche (risque de projection de la barre). - Absence d'un arrêt d'urgence. - Absence d'une cale de sécurité. - Absence d'un sectionneur cadenassable. - Système de commande branché directement sur 600 V (risque de choc électrique). Référence : Norme canadienne sur les presses (CSA Z142-02).			
Mesures correctives <ul style="list-style-type: none"> • Protection de la zone de travail par l'ajout d'un protecteur fixe empêchant l'accès des mains entre les matrices ou par l'ajout d'une enceinte protectrice spécifique pour chacune des matrices utilisées sur la presse (possibilité de système coulissant). • Protection de l'accès au volant d'entraînement par l'ajout d'un protecteur fixe couvrant la zone interne. • Protection de l'accès aux articulations mobiles situées à l'avant par l'ajout d'un protecteur fixe ou mobile verrouillé. • Installation d'un circuit pour la partie commande à partir d'une source 24V à courant continu (DC) actionnant le contacteur de la partie puissance (pour le moteur). • Installation d'un dispositif d'arrêt d'urgence facilement accessible à l'opérateur. • Installation d'un système de verrouillage de la barre de « déjam » et d'une cale de sécurité. • Élaboration d'une procédure de travail, d'un programme de maintenance préventive et d'une procédure de cadenassage spécifique à la presse Brown Boggs. 		Responsable	Échéancier
Réalisé par : _____		Date : _____	
Appréciation du risque effectuée pour la catégorie des circuits de commande? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Si oui, effectuée par : _____			

3

En bref

Lorsqu'il est question de sécurisation des machines, il n'y pas de recette magique. Chaque machine a ses particularités et par conséquent sera sécurisée différemment. Toutefois, la démarche de sécurisation devrait s'appuyer sur un plan de sécurisation dont les étapes sont toujours les mêmes, quel que soit la machine ou le procédé.

Ce document a présenté une façon d'élaborer un plan de sécurisation. Celui-ci peut être modifié, adapté ou bonifié selon la situation. L'important est d'en élaborer un afin d'avoir une ligne directrice et de ne pas se retrouver dans une situation d'improvisation.

Les règles d'or à respecter

- **Ne jamais improviser une démarche de sécurisation = Se faire un plan de sécurisation et le suivre.**
- **Obtenir l'appui de la direction et informer les personnes concernées dès le début du projet.**
- **Impliquer les opérateurs et le personnel de la maintenance.**
- **Toujours s'entourer de personnes ressources compétentes.**
- **Ne pas sous-estimer le temps ni l'argent nécessaire au projet.**
- **Prioriser les machines à sécuriser; vouloir tout faire d'un coup n'est pas une bonne idée.**
- **S'informer, lire, questionner sur le sujet pour arriver à bien identifier les zones dangereuses et à choisir les mesures correctives les plus appropriées.**

Cette section porte essentiellement sur la présentation générale de protecteurs et de dispositifs de protection comme moyen de réduction du risque. Il n'en demeure pas moins que d'autres moyens tels que la formation, les procédures, les panneaux avertisseurs, les avertisseurs sonores, etc. doivent être utilisés en complément.

Les protecteurs

Un protecteur est une barrière matérielle dont l'utilisation permet de limiter l'accès à une zone dangereuse. Parmi les protecteurs généralement rencontrés, on distingue :

Protecteur fixe

Le protecteur fixe est celui qui ne peut pas être enlevé sans l'aide d'un outil ou qui est maintenu de façon permanente. Il est vissé, boulonné, soudé. L'utilisation de ce protecteur convient lorsqu'on a rarement accès aux zones dangereuses protégées. Il est simple à concevoir et à installer. Le protecteur fixe peut prendre différentes formes.

Il est à noter qu'avant d'enlever un protecteur fixe, une procédure de cadenassage doit être appliquée.

Protecteur verrouillé ou interverrouillé¹

Ce type de protecteur appelé communément protecteur mobile peut être ouvert et fermé. Il trouve son application dans les cas où un accès régulier à la zone dangereuse est prévisible durant la production. Il est toujours associé à un dispositif de protection. Parmi les protecteurs muni de dispositifs de protection, on distingue deux catégories : les protecteurs verrouillés et les protecteurs interverrouillés.

- **Protecteur verrouillé**

Un dispositif (interrupteur) associé au protecteur permet de commander l'arrêt des mouvements dangereux et de maintenir à l'arrêt les éléments dangereux de la machine tant et aussi longtemps que le protecteur est ouvert.

- **Protecteur interverrouillé**

Il n'est pas possible d'ouvrir le protecteur tant que les mouvements dangereux ne sont pas arrêtés. Ce protecteur convient aux situations dans lesquelles les mouvements dangereux continuent même après que l'alimentation en énergie soit coupée (inertie des pièces de révolution par exemple).

Dans tous les cas, la remise en place d'un protecteur verrouillé ou interverrouillé ne doit pas, à elle seule, permettre la mise en marche des éléments dangereux (voir les articles 175 et 176, du RSST).

Autres protecteurs

Protecteur à fermeture automatique

Ce type de protecteur se déplace de manière à s'ajuster au matériau tout en limitant l'accès à la zone dangereuse. Lorsque le matériau qui a provoqué son déplacement est retiré, celui-ci se remet en position (voir l'article 177 du RSST). L'exemple le plus connu est le protecteur de lame sur un banc de scie.

Protecteur réglable

Ce type de protecteur doit être ajusté à la forme des pièces afin d'isoler complètement et en tout temps la zone dangereuse. Il ne devrait pas être un premier choix parce qu'il est souvent mal ajusté.

1. Dans le RSST, la nomenclature des protecteurs est différente. Voir la section XXI-Machines du Règlement.

La CSST et l'IRSST ont produit un document qui présente différentes techniques de protection et des précisions sur les dimensions des protecteurs fixes [7].

Protecteurs fixes



Protecteur muni d'une ouverture pour la sortie des pièces



Protecteur muni d'ouvertures pour insérer les pièces



Protecteur sur une chaîne d'entraînement

Protecteurs mobiles



Protecteurs sur le mandrin et sur la zone de machinage



Un dispositif de protection commande l'arrêt de la machine dès l'ouverture du protecteur.

Protecteur réglable



Protecteur muni de tiges coulissantes qui s'ajustent selon la dimension de la pièce.

Ouverture pour laisser passer la pièce (profilé de métal)

Les dispositifs de protection

Outre les dispositifs associés aux protecteurs, on distingue d'autres dispositifs de protection qui permettent d'éliminer ou de contrôler les dangers présents sur une machine : les dispositifs sensibles et les dispositifs de commande.

Dispositifs sensibles

Un dispositif sensible est placé à une certaine distance de la zone dangereuse. Il provoque l'arrêt de la machine dès qu'il détecte une intrusion (main, jambe, objet). L'utilisation de ce moyen de protection offre plus de mobilité et une meilleure visibilité à l'opérateur puisqu'il n'introduit aucun obstacle entre l'opérateur et la zone dangereuse.

Les dispositifs sensibles sont utilisés lorsque l'arrêt de la machine peut se faire à n'importe quel moment durant le cycle de fonctionnement. Par contre, ils ne protègent pas des projections de copeaux, d'étincelles ou de poussières.

On rencontre généralement les barrières immatérielles et les dispositifs sensibles à la pression.

- **Barrières immatérielles**

Le choix du type de barrière immatérielle se fait selon qu'on veut protéger une périphérie, une surface ou un volume. On distingue :

- Les rideaux optiques
- Les faisceaux laser
- Les scrutateurs laser
- Les systèmes de détection par caméra

- **Dispositifs sensibles à la pression**

- Tapis ou plancher sensible
- Bordure sensible

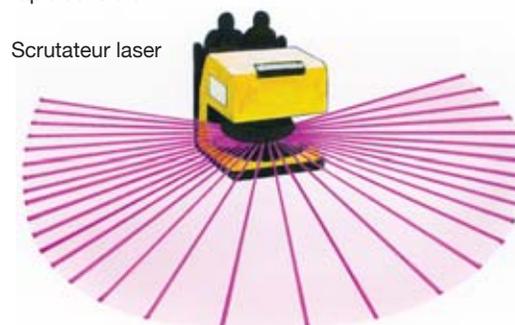
Dispositifs sensibles



Rideaux optiques



Tapis sensible



Scrutateur laser

Dispositif de commande bimanuel

L'utilisation de ce dispositif vise à occuper les deux mains tant que le risque subsiste. Il doit respecter plusieurs critères :

- Le travailleur doit utiliser simultanément ses deux mains pour actionner la machine (un délai maximum de synchronisme de 0,5 seconde est requis).
- Il doit être conçu pour empêcher un actionnement accidentel (boutons suffisamment espacés, munis de collerettes ou encastrés).
- Il est éloigné d'une distance sûre de la zone dangereuse. Le temps d'accès doit être plus grand que le temps d'arrêt de la partie mobile dangereuse de la machine.



Dispositif de commande bimanuel
Les boutons sont protégés par des collerettes.

Les dispositifs doivent être installés à une distance suffisamment grande pour que la machine ait le temps de s'arrêter avant que la personne atteigne la zone dangereuse. On trouve dans la norme CSA Z432-04 des formules qui permettent de calculer cette distance [9].

Dispositif de validation

Un dispositif de validation est un appareil manuel de commande qui doit continuellement être actionné pour faire fonctionner la machine. Il peut être à 2 ou 3 positions, mais il permet le fonctionnement uniquement dans une seule position. Dans les autres positions, le mouvement de la machine s'arrête. Une poignée de validation 2 positions (poignée homme-mort, *dead man switch*) et une pédale 3 positions sont des exemples de dispositifs de commande munis de dispositifs de validation. Par exemple, pour une pédale 3 positions :

- La position 1 correspond au relâchement (la machine est à l'arrêt).
- La position 2 actionne la machine (il faut maintenir la position 2 pour que la machine continue de fonctionner). Si on relâche la commande ou la pédale, la machine s'arrête.
- La position 3 correspond à la situation où le dispositif est enfoncé au fond. Cette position commande l'arrêt de la machine et doit équivaloir à un arrêt d'urgence.

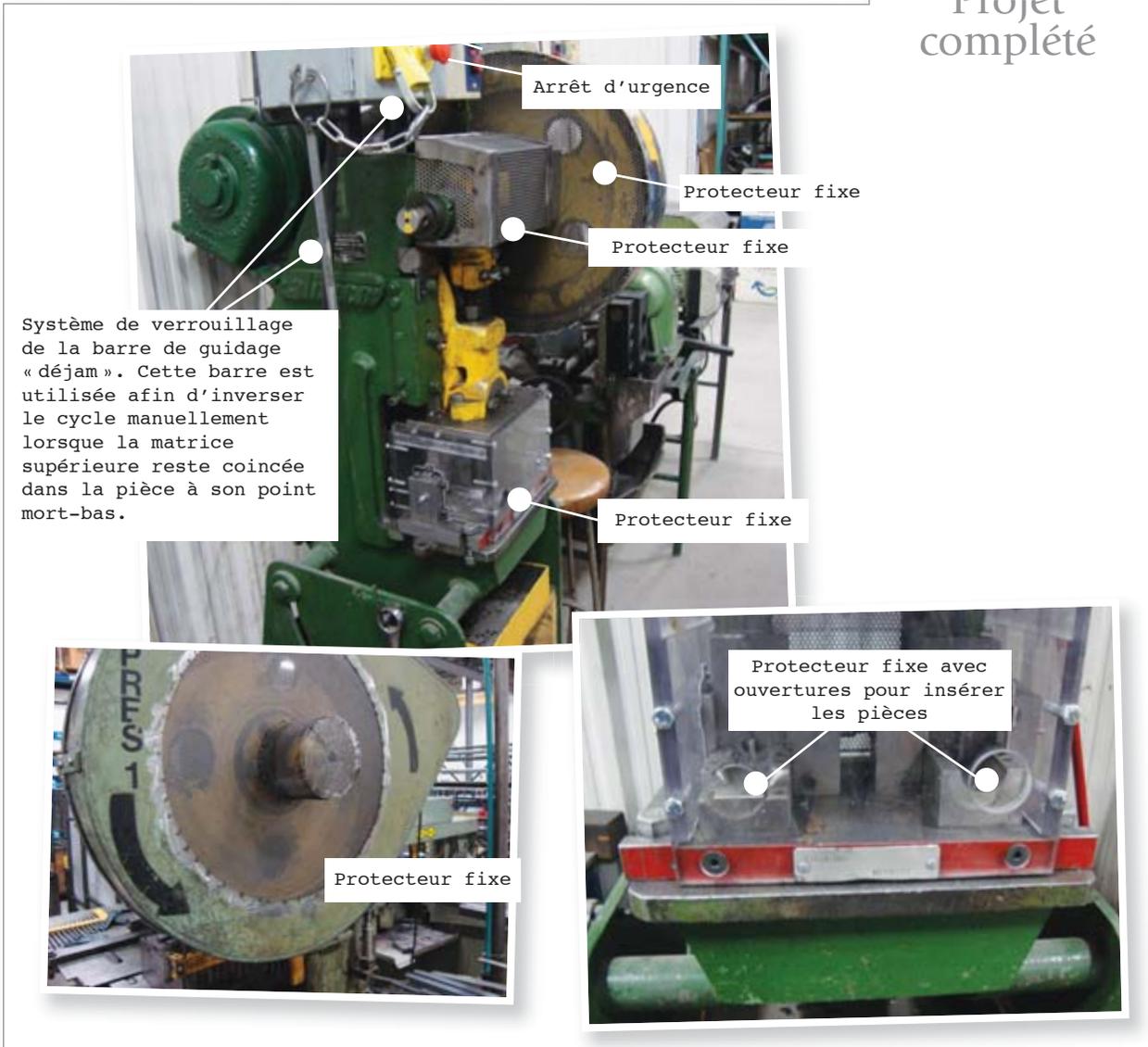
Ce moyen de protection n'empêche pas l'accès aux zones dangereuses mais permet de réduire le risque en offrant à l'utilisateur une meilleure possibilité d'évitement. Il doit toujours être combiné à une machine fonctionnant dans des conditions de sécurité accrue (vitesse réduite, effort réduit, mode pas à pas *jog*).

Voici les photos de la presse donnée en exemple une fois le projet de sécurisation complété.

Il est à noter que d'autres mesures correctives auraient pu être retenues et mises en place. Par exemple, on aurait pu choisir d'installer un système de commande bimanuel fiable, munis de circuits redondants et autosurveillés. Le choix des mesures correctives dépend souvent de plusieurs facteurs dont les contraintes de production, l'utilisation de la machine et la faisabilité. Il est à noter qu'il est important de prévoir l'ajout de mesures préventives afin de s'assurer que les correctifs seront maintenus en place. Par exemple, on pourra prévoir l'élaboration de procédures de travail, la formation des opérateurs, l'entretien préventif, l'implication des superviseurs quant au respect des méthodes de travail, etc.

Exemple

Projet complété

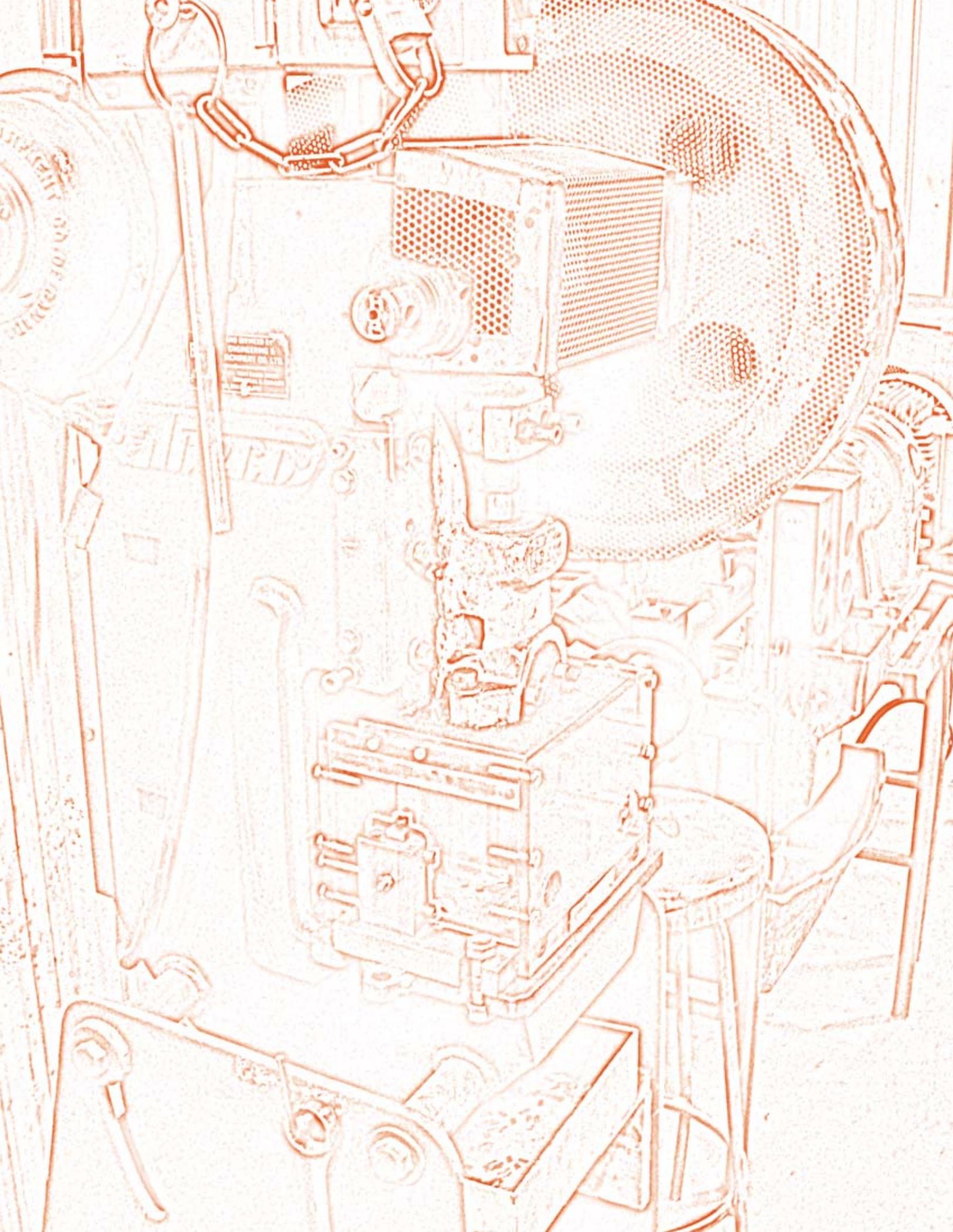


Fiche de sécurisation

27

No de fiche	Nom de la machine	Type de machine	
Département	Codification de la machine		
Marque	Modèle	Description	
Analyse des dangers		Photos de la machine	
Mesures correctives		Responsable	Échéancier
Réalisé par : _____ Date : _____ Appréciation du risque effectuée pour la catégorie des circuits de commande ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Si oui, effectuée par : _____			

- [1] Sécurité des machines : phénomènes dangereux, situations dangereuses, événements dangereux, dommages, CSST, 2006, 15 pages.
Ce document est un aide-mémoire présentant une méthode qui permet d'analyser les risques associés aux machines dangereuses utilisées dans les milieux de travail.
- [2] L'ASPHME publie 13 grilles d'autodiagnostic que l'on peut télécharger gratuitement sur www.asphme.org
Les grilles d'autodiagnostic dressent la liste des situations à risque que l'on peut trouver sur un type d'équipement en particulier et proposent des correctifs pour chacun des types de risque.
- [3] Sécurisation des presses plieuses hydrauliques — Guide technique RF-634, IRSST, 2010, 32 pages.
Ce guide a été conçu pour éclairer les entreprises sur les moyens disponibles pour sécuriser les presses plieuses hydrauliques, principalement par rapport au risque de coincement et d'écrasement de l'opérateur de production entre les matrices.
- [4] Sécurité des convoyeurs à courroie : généralités, protection contre les phénomènes dangereux — Guide de l'utilisateur R-385, IRSST, CSST, 2004, 85 pages.
Ce guide comporte deux sections qui traitent essentiellement des définitions des phénomènes dangereux, de l'analyse du risque et des mesures de protection contre les phénomènes dangereux lors des opérations de production et des interventions de maintenance.
- [5] Normes spécifiques (voici quelques exemples de normes)
Il est à noter que plusieurs normes européennes sont maintenant reconnues en tant que normes internationales.
- Normes européennes :
 - i. Sécurité des machines-outils – tours à commande numérique et centres de tournage de grandes dimensions EN 12478 : 2001
 - ii. Sécurité des machines-outils – presses plieuses hydrauliques EN 12622
 - Normes canadiennes :
 - i. Code régissant l'opération des presses : exigences concernant la santé, la sécurité et la protection CSA Z142 - 2004
 - ii. Robots industriels et systèmes robotiques : exigences générales de sécurité CSA Z434 - 03
 - Normes américaines :
 - i. Machine tools – Iron Worker – Safety requirements for construction, care and use ANSI B11.5-1998
 - ii. Machine tools – Safety requirements for metal sawing machines ANSI B11.10-2003
- [6] Guide de conception des circuits de sécurité – Introduction aux catégories de la norme ISO 13849-1:1999 R-405, IRSST, 2005, 76 pages.
La démarche globale d'appréciation et de réduction du risque selon la norme ISO 12100 est présentée. Suivent huit exemples d'applications de dispositifs de protection, regroupés selon quatre catégories. Chaque exemple comprend une photo de la machine, la description de son fonctionnement, de l'opération concernée et de son application, le risque considéré, un dessin ou une photo du dispositif de protection, les facteurs considérés pour la sélection de la catégorie du circuit, le schéma électrique du circuit de commande proposé et des commentaires sur le montage.
- [7] Sécurité des machines – Prévention des phénomènes dangereux d'origine mécanique – Protecteurs fixes et distances de sécurité, CSST, IRSST, 2008, 63 pages
- [8] Règlement sur la santé et la sécurité du travail, s-2.1, r.19.01
- [9] Protection des machines CSA Z432-04





**Association paritaire pour la santé
et la sécurité du travail du secteur
de la fabrication de produits en métal,
de la fabrication de produits électriques
et des industries de l'habillement**

www.asphme.org

2271, boul. Fernand-Lafontaine
Bureau 301
Longueuil (Québec) J4G 2R7
Tél. : 450 442-7763
Télec. : 450 442-2332

979, av. de Bourgogne
Bureau 570
Québec (Québec) G1W 2L4
Tél. : 418 652-7682
Télec. : 418 652-9348