



**L'ASFETM**

## **Sécurité des machines: Des règlements et des normes complémentaires**

**Forum Santé et sécurité du travail  
Centre des congrès de Québec  
24 avril 2013  
par Patricia Vega, ing.**



## Objectif et plan de la présentation

### Objectif

Se familiariser avec les obligations de la réglementation en sécurité des machines

### Plan

Organigramme général de la réglementation

Exemples de normes

Contrôle de la zone dangereuse

Protecteurs et dispositifs de protection

Cadenassage, travaux de maintenance et autres

Protection impraticable

Sources de référence

## Exemples de normes

### Normes canadiennes

- CSA Z432 Sécurité des machines
- CSA Z142 Sécurité des presses
- CSA Z434 Sécurité des robots industriels
- CSA Z460 Maîtrise des énergies dangereuses (cadenassage)
- ...

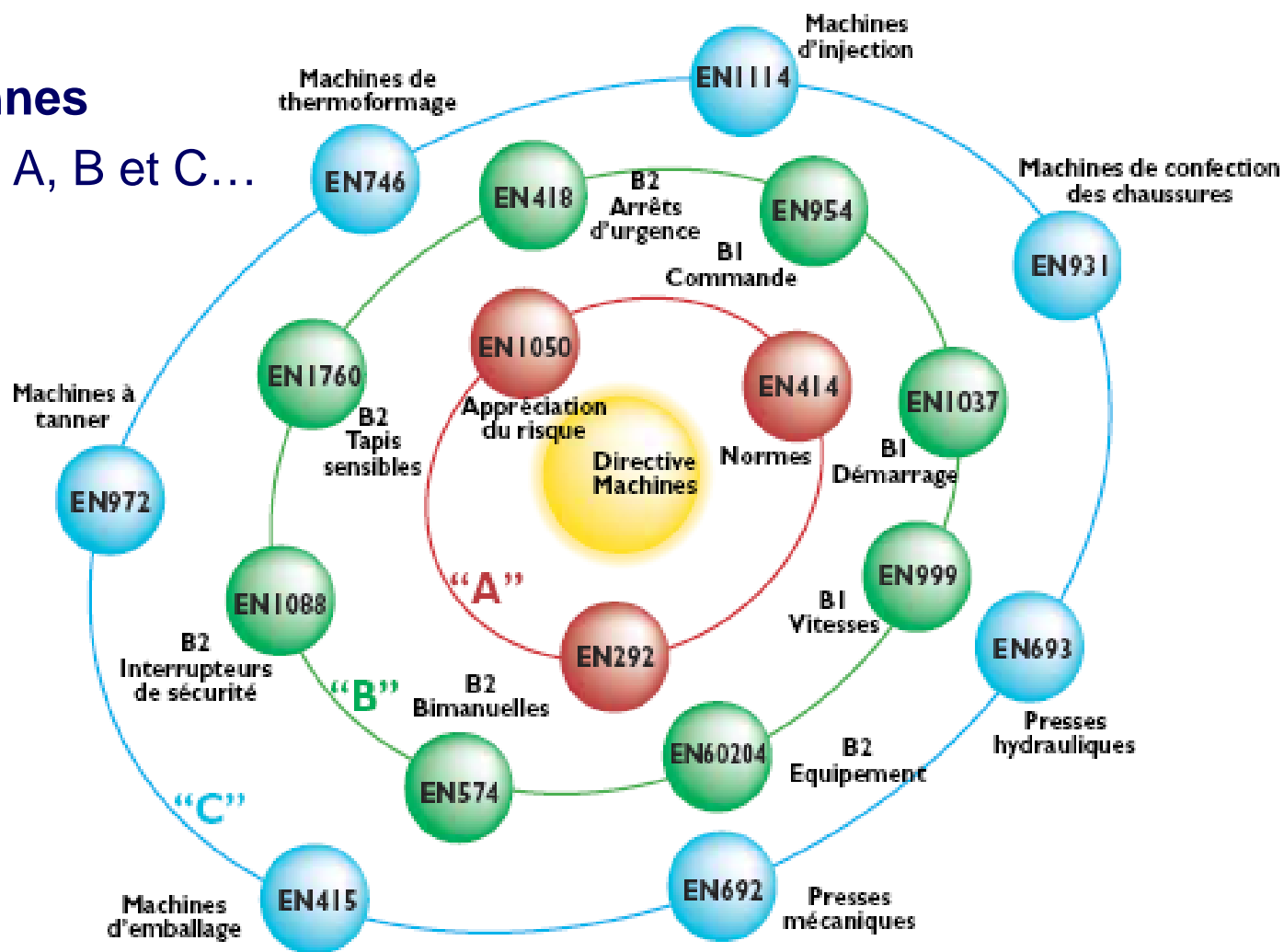
### Normes américaines

- ANSI B11 Série de normes particulières à certaines machines
- ANSI B11.19 Performance criteria for safeguarding
- ...

## Exemples de normes

### Normes européennes

- Normes de type A, B et C...



## Définitions et dispositions

- **Dispositions applicables** (RSST a.173) : Les sous-sections 1 à 3 **s'appliquent**, compte tenu des adaptations nécessaires, **à tous les types de machines**, sous réserve des dispositions des sous-sections 4 à 9. (*Machines à meuler, machines à bois, presses, etc.*)

## Contrôle de la zone dangereuse

### Contrôle de la zone dangereuse (RSST a.182)

Sous réserve de l'article 183, **une machine doit être conçue et construite de manière à rendre sa zone dangereuse inaccessible**, à défaut de quoi celle-ci doit être munie d'au moins un des protecteurs ou des dispositifs de protection suivants :

1° dans le cas où aucune personne n'a accès à la zone dangereuse de la machine durant son fonctionnement :

- a) un **protecteur fixe**;
- b) un **protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- c) un **protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- d) un **dispositif sensible**;

2° dans le cas où au moins une personne a accès à la zone dangereuse de la machine durant son fonctionnement :

- a) un **protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- b) un **protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- c) un **protecteur à fermeture automatique**;
- d) un **protecteur réglable**;
- e) un **dispositif sensible**;
- d) une **commande bimanuelle**.

## Définition d'une machine

- Machine (Multi-dictionnaire des difficultés de la langue française)

Ensemble de mécanismes utilisant une énergie donnée afin de fournir un travail. Ne pas confondre avec les noms suivants : appareil, outil, ustensile

- Machine (ISO 12100)

**Ensemble de pièces** ou d'organes liés entre eux, dont au moins **un est mobile**, auxquels sont associés, selon les besoins, des actionneurs, des circuits de commande et de puissance, **réunis de façon solidaire en vue d'une application définie**, notamment pour la transformation, le traitement, le déplacement et le conditionnement d'un matériau.

## Contrôle de la zone dangereuse

### Contrôle de la zone dangereuse (RSST a.182)

Sous réserve de l'article 183, **une machine doit être conçue et construite de manière à rendre sa zone dangereuse inaccessible**, à défaut de quoi celle-ci doit être munie d'au moins un des protecteurs ou des dispositifs de protection suivants :

1° dans le cas où **aucune personne n'a accès à la zone dangereuse** de la machine durant son fonctionnement :

- a) un **protecteur fixe**;
- b) un **protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- c) un **protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- d) un **dispositif sensible**;

2° dans le cas où **au moins une personne a accès à la zone dangereuse** de la machine durant son fonctionnement :

- a) un **protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- b) un **protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- c) un **protecteur à fermeture automatique**;
- d) un **protecteur réglable**;
- e) un **dispositif sensible**;
- d) une **commande bimanuelle**.



## Zone dangereuse

### **Zone dangereuse** (RSST a.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.

## Contrôle de la zone dangereuse

### Contrôle de la zone dangereuse (RSST a.182 + ISO 12100-2 a.5.2.2 & 5.2.3)

Sous réserve de l'article 183, une machine doit être conçue et construite de manière à rendre sa zone dangereuse inaccessible, à défaut de quoi celle-ci doit être munie d'au moins un des protecteurs ou des dispositifs de protection suivants :

1° dans le cas où *l'accès à la zone dangereuse n'est pas nécessaire* durant le fonctionnement *normal*

- a) un protecteur fixe;
- b) un protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage;
- c) un protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage;
- d) un dispositif sensible;

2° dans le cas où *l'accès à la zone dangereuse est nécessaire* durant le fonctionnement *normal* :

- a) un protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage;
- b) un protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage;
- c) un protecteur à fermeture automatique;
- d) un protecteur réglable;
- e) un dispositif sensible;
- d) une commande bimanuelle.

## Contrôle de la zone dangereuse : Sélection des protecteurs

### Contrôle de la zone dangereuse (RSST a.182 + ISO 12100-2 a.5.2.2 & 5.2.3)

Sous réserve de l'article 183, **une machine doit être conçue et construite de manière à rendre sa zone dangereuse inaccessible**, à défaut de quoi celle-ci doit être munie d'au moins un des protecteurs ou des dispositifs de protection suivants :

1° dans le cas où *l'accès à la zone dangereuse n'est pas nécessaire* durant le fonctionnement *normal*

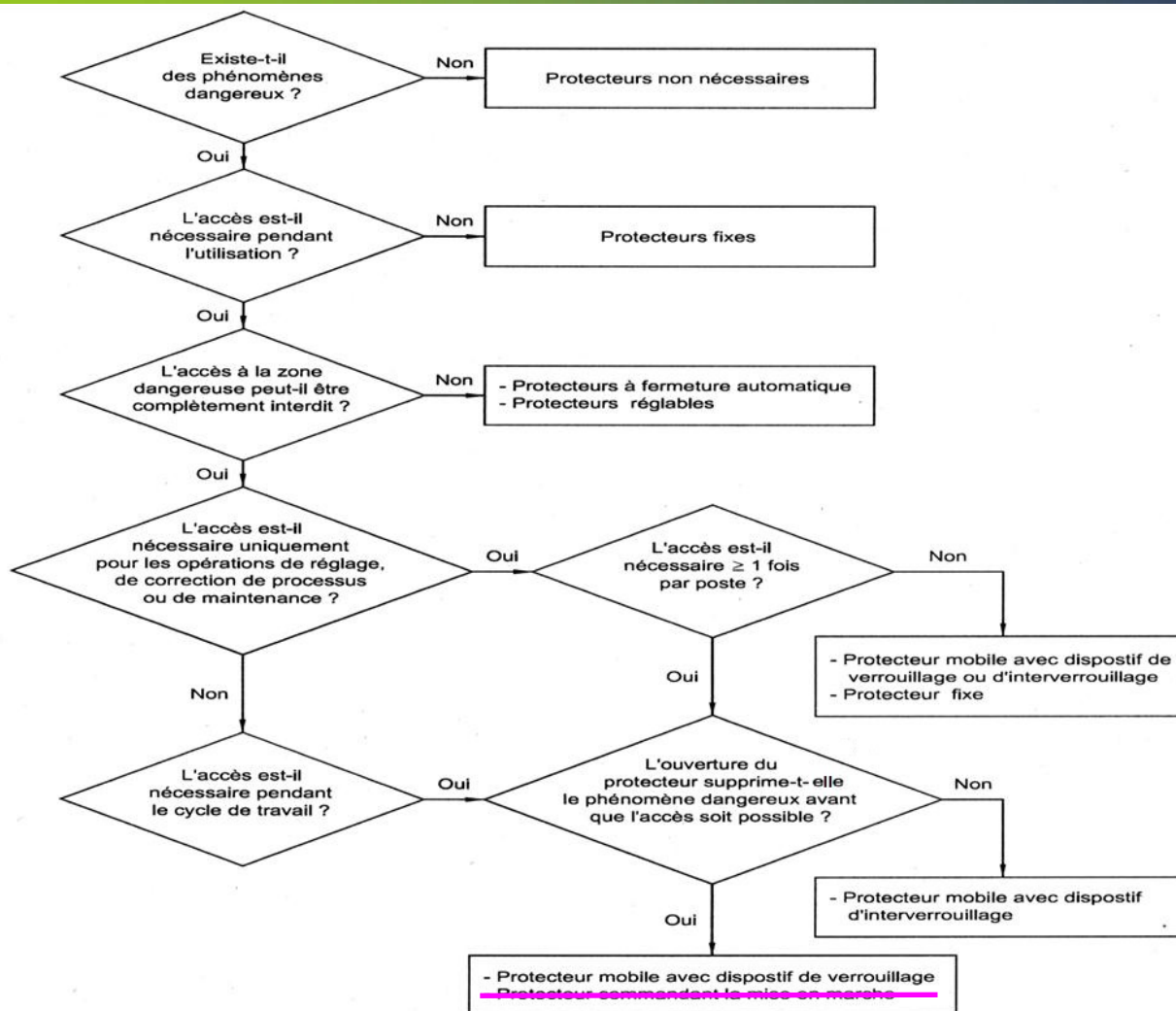
- a) un **protecteur fixe**;
- b) un **protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- c) un **protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- d) un **dispositif sensible**;

2° dans le cas où *l'accès à la zone dangereuse est nécessaire* durant le fonctionnement *normal* :

- a) un **protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- b) un **protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage**;
- c) un **protecteur à fermeture automatique**;
- d) un **protecteur réglable**;
- e) un **dispositif sensible**;
- d) une **commande bimanuelle**.

# Sécurité des machines : Des règlements et des normes complémentaires

## Contrôle de la zone dangereuse : Sélection des protecteurs (ISO 14120)

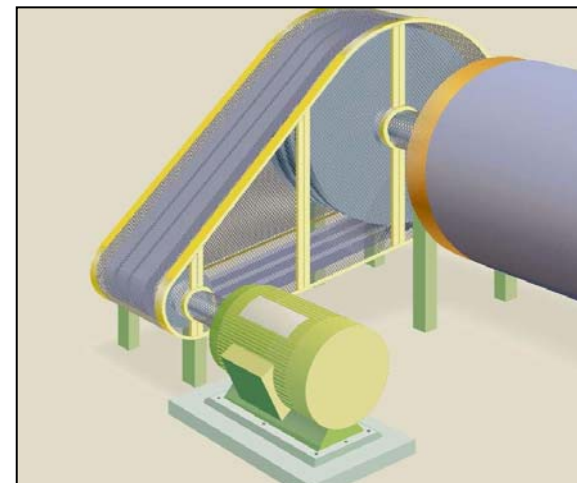
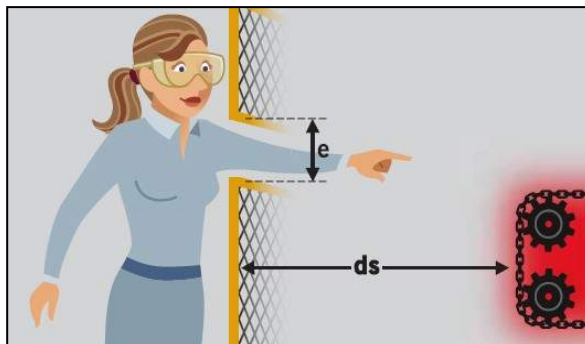


### Protecteur fixe

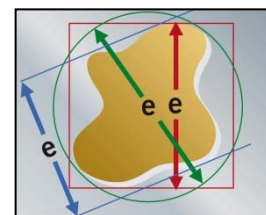
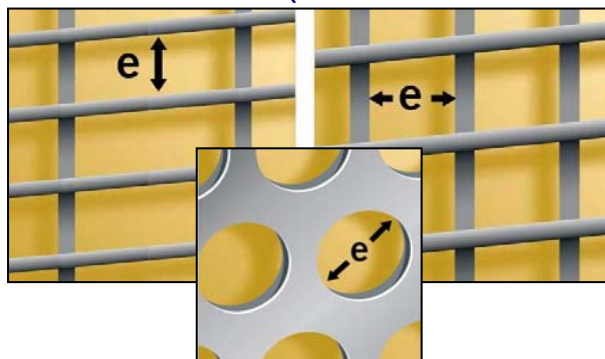
Un protecteur fixe est celui qui ne peut être enlevé sans l'aide d'un outil ou qui est maintenu en place de façon permanente, par exemple, par soudure.  
(RSST a.174)

## Protecteur fixe enveloppant : Exemple pour ouverture

- La taille de l'ouverture «  $e$  » permise dans le protecteur dépend de :
  - la distance de la zone dangereuse «  $ds$  »



- la forme de l'ouverture (fente, carrée, ronde ou autres)



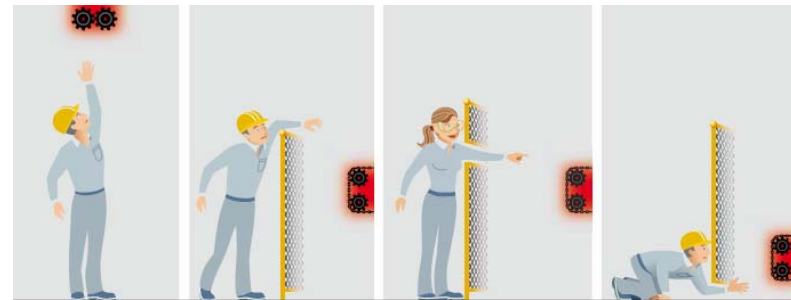
Référence : Protecteurs fixes et distances de sécurité, CSST

## Protecteur fixe de maintien à distance

### Exemple d'une enceinte sécurisée

Doit-on empêcher que l'on puisse passer par-dessus / en dessous du dispositif de détection ?

- La « grandeur » de la protection de maintien à distance dépend de :
  - la dimension du protecteur
  - la distance au phénomène dangereux
  - l'accès par-dessus le protecteur
  - l'accès par-dessous le protecteur
  - les ouvertures dans le protecteur



Référence : Protecteurs fixes et distances de sécurité, CSST

# Sécurité des machines : Des règlements et des normes complémentaires

## Protecteur fixe de maintien à distance : Exemple pour accès par le dessus

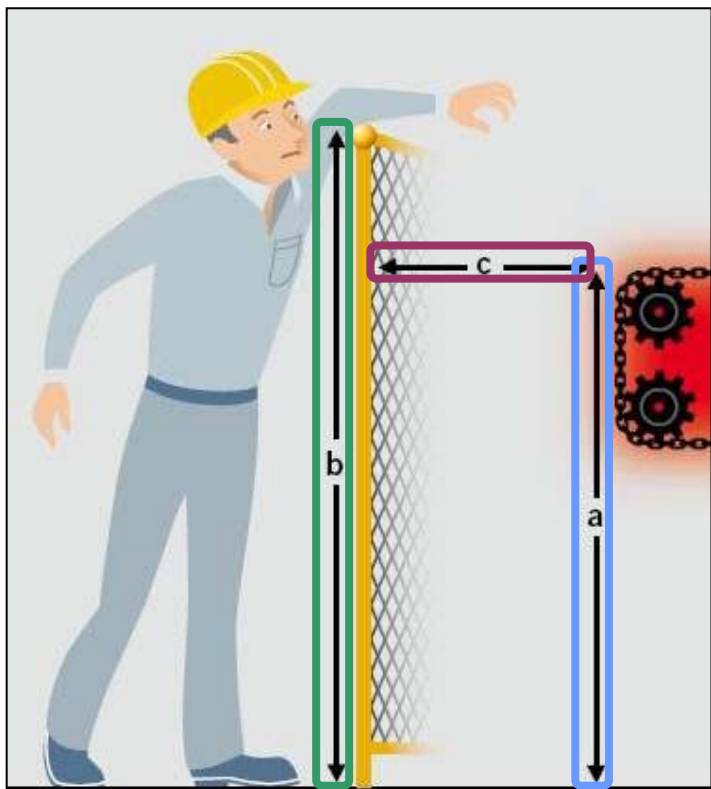


TABLEAU 5-1 : RISQUES ÉLEVÉS – DISTANCES DE SÉCURITÉ EN CAS D'ATTEINTE POSSIBLE PAR-DESSUS UN PROTECTEUR [19]

Hauteur de la zone dangereuse « a » (mm)	Hauteur du protecteur fixe de maintien à distance « b* » (mm)							
	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse « c** » (mm)							
2700	0	0	0	0	0	0	0	0
2600	700	600	600	500	400	300	100	ds
2400	900	800	700	600	400	300	100	ds
2200	1000	900	800	600	400	300	ds	ds
2000	1100	900	800	600	400	ds	ds	ds
1800	1100	900	800	600	ds	ds	ds	ds
1600	1100	900	800	500	ds	ds	ds	ds
1400	1100	900	800	ds	ds	ds	ds	ds
1200	1100	900	700	ds	ds	ds	ds	ds
1000	1000	800	ds	ds	ds	ds	ds	ds
800	900	600	ds	ds	ds	ds	ds	ds
600	800	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds
400	400	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds
200	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds
0	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds

TABLEAU 5-2 : RISQUES FAIBLES – DISTANCES DE SÉCURITÉ EN CAS D'ATTEINTE POSSIBLE PAR-DESSUS UN PROTECTEUR<sup>22</sup> [19]

Hauteur de la zone dangereuse « a » (mm)	Hauteur du protecteur fixe de maintien à distance « b* » (mm)							
	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
2700	0	0	0	0	0	0	0	0
2600	700	600	600	500	400	300	100	ds
2400	900	800	700	600	400	300	100	ds
2200	1000	900	800	600	400	300	ds	ds
2000	1100	900	800	600	400	ds	ds	ds
1800	1100	900	800	600	ds	ds	ds	ds
1600	1100	900	800	500	ds	ds	ds	ds
1400	1100	900	800	ds	ds	ds	ds	ds
1200	1100	900	700	ds	ds	ds	ds	ds
1000	1000	800	ds	ds	ds	ds	ds	ds
800	900	600	ds	ds	ds	ds	ds	ds
600	800	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds
400	400	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds
200	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds
0	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds	ds

Note 1 : Dans le tableau 5-1, en rouge : Valeurs utilisées sans appréciation du risque.

Note 2 : Le tableau 5-2 ne peut être utilisé qu'après une appréciation du risque.

Référence : Protecteurs fixes et distances de sécurité, CSST



### Protecteur à fermeture automatique

Un **protecteur à fermeture automatique** est celui qui **reprend sa place automatiquement** de façon à isoler le travailleur complètement de la zone dangereuse, **dès que le matériau ayant entraîné son déplacement est retiré** de la machine. (RSST a.177)

- Il ne doit pas être possible de bloquer le protecteur en position ouverte
- L'ouverture du protecteur doit être **limitée à l'espace nécessaire au passage de la pièce à usiner.** (EN 953, a.5.4.6)

### Protecteur réglable

Un **protecteur réglable** est celui qui **requiert d'être ajusté au matériau** afin d'isoler complètement et en tout temps le travailleur de la zone dangereuse. (RSST a.178)

- Les éléments réglables doivent permettre de réduire les ouvertures à un minimum compatible avec le passage nécessaire pour les produits.
- Il doit être **facilement réglable sans l'aide d'un outil**. (EN 953, a.5.4.7)

### Protecteur à interverrouillage

Un **protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage** doit présenter les caractéristiques suivantes :

1° il **provoque l'arrêt** de la machine ou du fonctionnement des éléments dangereux de celle-ci, lorsqu'il est déplacé;

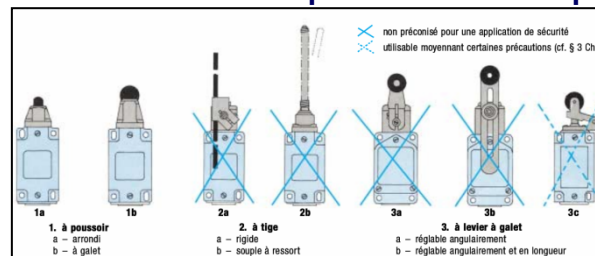
2° il **rend impossible la mise en marche** de la machine ou le fonctionnement des éléments dangereux de celle-ci **tant et aussi longtemps qu'il est déplacé**;

3° il **ne provoque pas la mise en marche** de la machine ou des éléments dangereux de celle-ci, **lorsqu'il est replacé**. (RSST a.175)

« *protecteur à interverrouillage* » = protecteur mobile muni d'un dispositif de verrouillage dans la normalisation.

## Protecteur à interverrouillage : Quelques règles de l'art

- **Interrupteurs électromécaniques (ISO 14119)** : Composant « éprouvé » recommandé pour les applications de sécurité lorsque monté selon le principe « d'actionnement positif » et que le modèle choisi offre les caractéristiques des modèles dits à « ouverture forcée ».
- Choix des **organes de commande** important : les plus **robustes** possible.



Source : INRS – Fiche ED015 – Interrupteurs de position à manœuvre positive d'ouverture

- **Installation** : L'interrupteur **ne devrait pas être accessible** (diminution des possibilités de neutralisation).
- **Redondance** : L'utilisation d'un seul interrupteur n'est parfois pas suffisante : sa défaillance pourrait mener à la perte de la fonction de sécurité.
- **Fiabilité** du circuit : doit être connue et adaptée à la situation (au niveau de risque). (ISO 13849-1)

### Protecteur à enclenchement

Un protecteur à **enclenchement** muni d'un dispositif d'interverrouillage doit présenter les caractéristiques suivantes :

- 1° il **demeure en place et enclenché tant que** la machine ou les éléments dangereux de **celle-ci restent en marche**;
- 2° il **rend impossible la mise en marche** de la machine ou le fonctionnement des éléments dangereux de celle-ci **tant et aussi longtemps qu'il n'est pas remis en place et enclenché**;
- 3° il **ne provoque pas la mise en marche** de la machine ou des éléments dangereux de celle-ci, **lorsqu'il est remplacé et réenclenché**. (RSST a.176)

« protecteur à enclenchement » = protecteur mobile muni d'un dispositif d'interverrouillage dans la normalisation.

### Protecteur à enclenchement : Quelques règles de l'art

- Un dispositif d'interverrouillage **doit être utilisé lorsque le temps de mise à l'arrêt est supérieur au temps nécessaire pour qu'une personne atteigne la zone dangereuse.** (EN 1088, a.7.4)
- Par exemple, pour un batteur-mélangeur (pour les produits alimentaires), le dispositif d'arrêt actionné par le protecteur doit arrêter l'outil (la cuve étant vide) en un temps inférieur ou égal à 4 s. En cas d'impossibilité, l'ouverture du protecteur doit être retardée jusqu'à l'arrêt du mouvement (EN 454, a.6.1.1.6)

### Commande bimanuelle

Toute **commande bimanuelle** doit présenter les caractéristiques suivantes :

- 1° elle fait en sorte que **le travailleur a nécessairement à utiliser simultanément ses deux mains pour actionner** la machine;
- 2° elle est **conçue et localisée pour empêcher une opération involontaire** ou accidentelle;
- 3° elle est **éloignée d'une distance sûre** de la zone dangereuse.(RSST, a.180)

### Commande bimanuelle : Quelques règles de l'art

- **Ne protège que l'utilisateur : Attention à la 3<sup>e</sup> main**
  - **Distance d'installation importante**
  - **La conception doit réduire au maximum les manœuvres accidentelles et la possibilité de fraude** (avec une seule main, avec une main et le coude du même bras, par blocage d'un organe de service, etc.):
    - Écartement des boutons
    - Ajout d'écrans, capots, collerettes
    - Caractéristique de **manoeuvre synchrone**
- (ISO 13851)
- Attention aux risques de troubles musculosquelettiques



### Dispositif sensible

Un dispositif sensible est celui qui **réagit en provoquant l'élimination des risques** associés à la zone dangereuse, **dès qu'un travailleur s'approche** à une certaine distance de cette zone. (RSST, a.179)

Exemples de dispositifs sensibles : Rideau optique, détecteur surfacique, tapis sensible, mono-faisceau, bordure sensible, etc.

### Dispositif sensible : Quelques règles de l'art

- La **distance d'installation** du dispositif sensible à la zone de danger est très importante.

$$D_s = K \times (T_s + T_c + T_r + T_{bm}) + D_{pf}$$

où

$D_s$  = Distance de sécurité minimale entre le dispositif de protection et le phénomène dangereux

$K$  = Constante de la vitesse (mouvement de la main ou du bras (tronc immobile)(1.6 m/sec)

$T_s$  = Temps d'arrêt maximal de la machine

$T_c$  = Temps de réponse du système de commande

$T_r$  = Temps de réponse du dispositif de protection, y compris son interface

$T_{bm}$  = Temps d'arrêt supplémentaire accordé par le dispositif d'autosurveillance du freinage, s'il y a lieu

$D_{pf}$  = Pénétration maximale à travers les dispositifs sensibles de détection qui peut se produire avant qu'un signal d'arrêt soit émis. (CSA Z32, a.10.11)

### Dispositif sensible : Quelques règles de l'art

- N'offre **pas de protection pour la projection** de pièces
- Ne permet pas la remise en marche en mode automatique suite au retrait de l'intrusion sans une action délibérée à l'extérieur de l'espace protégé (CSA Z32, a.10.3)
- **Toutes les zones d'accès doivent être couvertes** par le barrage ou par un protecteur fixe.

## Travaux de maintenance et autres

### **Cadenassage** (RSST a.185) + **CSA Z460**

Avant d'entreprendre tout travail **de maintenance, de réparation ou de déblocage** dans la zone dangereuse d'une machine, **les mesures de sécurité suivantes doivent être prises**, sous réserve des dispositions de l'article 186 :

- 1° la mise en position d'arrêt du dispositif de commande de la machine;
- 2° l'arrêt complet de la machine;
- 3° le cadenassage, par chaque personne exposée au danger, de toutes les sources d'énergie de la machine, de manière à éviter toute mise en marche accidentelle de la machine pendant la durée des travaux.

## Travaux de maintenance et autres

### Réglage, déblocage, maintenance, apprentissage et réparation (RSST a.186)

Lorsqu'un travailleur doit accéder à la zone dangereuse d'une machine à des fins de réglage, de déblocage, de maintenance, d'apprentissage ou de réparation, incluant la détection d'anomalie de fonctionnement, et que, pour ce faire, **il doit déplacer ou retirer un protecteur, ou neutraliser un dispositif de protection**, la machine ne doit pouvoir être mise en marche qu'au **moyen d'un mode de commande manuel ou que conformément à une procédure sécuritaire** spécifiquement prévue pour permettre un tel accès.

Ce mode de commande manuel ou cette procédure doit présenter les caractéristiques suivantes :

- 1° **il rend inopérant**, selon le cas, **tout autre mode de commande** ou toute autre procédure;
- 2° **il ne permet le fonctionnement** des éléments dangereux de la machine **que par l'intermédiaire d'un dispositif de commande** nécessitant une **action continue** ou un dispositif de commande **bimanuel**;
- 3° **il ne permet le fonctionnement** de ces éléments dangereux **que dans des conditions de sécurité accrue**, par exemple, à vitesse réduite, à effort réduit, pas à pas ou par à-coups.

## Travaux de maintenance et autres

### Réglage d'un tour manuel :

#### Le protecteur doit être ouvert (retiré)...

Mode de commande spécifiquement prévue :

- 1° rend inopérant tout autre mode de commande
- 2° ne permet le fonctionnement des éléments dangereux de la machine que par l'intermédiaire d'un dispositif de commande nécessitant une action continue
- 3° il ne permet le fonctionnement de ces éléments dangereux que dans des conditions de sécurité accrue

#### Qu'est-ce qu'une sécurité accrue?

Vitesse réduite de 10%? 25%? 50%?  
par à-coups de quelle distance?

### Protection impraticable

#### **Mesures de sécurité équivalente** (RSST a.183)

L'article 182 ne s'applique pas lorsqu'il est prévisible que l'installation d'un protecteur ou d'un dispositif de protection sur une machine aura pour résultat de **rendre raisonnablement impraticable la fonction même** pour laquelle cette machine a été conçue...

Dans ce cas, l'employeur doit prendre des **mesures qui assurent une sécurité équivalente** aux travailleurs, notamment quant à **l'organisation du travail**, à la **formation des travailleurs**, aux **conditions de fonctionnement et aux modes opératoires de la machine**, et aux **moyens et aux équipements de protection individuels**, qui tiennent compte de l'absence de protecteur ou de dispositif de protection.

Merci de votre attention!

[www.asfetm.com](http://www.asfetm.com)