



Cylindres

Risques d'accidents, objectifs de sécurité, solutions

suvaPro

Le travail en sécurité

Sommaire

Suva
Sécurité au travail
Case postale, 1001 Lausanne
www.suva.ch

Pour renseignements:
Tél. 021 310 80 40-42
Fax 021 310 80 49

Pour commander:
Case postale, 6002 Lucerne
Tél. 041 419 58 51
Fax 041 419 59 17
Internet www.suva.ch/waswo

Cylindres

Secteur industrie et arts et métiers
Reproduction autorisée avec
indication de la source.

1^{re} édition – octobre 1993
3^e édition révisée –
novembre 2008 –
6500 à 7500 exemplaires

Référence: 44048.f
(remplace 22016.f)

1	Introduction	3
2	Dangers	3
2.1	Zones d'entraînement entre les paires de cylindres	3
2.2	Zones d'entraînement entre cylindres et élément de machine fixe placé vis-à-vis, ou entre cylindres et éléments de bâtiment	6
2.3	Zones d'entraînement sur les cylindres sur lesquels passent ou s'enroulent des bandes (zones d'engagement)	6
2.4	Zones de happement	7
2.5	Zones d'écrasement sur les cylindres à déplacement motorisé	7
2.6	Risque de chute lors du franchissement de cylindres	7
2.7	Risque de choc engendré par les cylindres posés librement	7
2.8	Chaleur	7
2.9	Electricité statique	7
2.10	Bruit	8
3	Objectifs de sécurité	8
3.1	Conditions de service normal	8
3.2	Conditions de service particulier	8
3.3	Maintenance	8
4	Mesures de sécurité	9
5	Elimination des dangers (technique de sécurité directe)	10
5.1	Paires de cylindres	10
5.2	Cylindres placés en face d'un élément fixe de machine ou en face d'éléments de bâtiment	10
5.3	Cylindres sur lesquels passent ou s'enroulent des bandes (zones d'engagement)	11
5.4	Zones de happement sur les cylindres	11
5.5	Cylindres à déplacement motorisé	11
5.6	Franchissement de cylindres	12
5.7	Cylindres posés librement	12
5.8	Cylindres et matériau transporté à surfaces chaudes	12
5.9	Electricité statique	12
5.10	Bruit	12
6	Protection contre les dangers (technique de sécurité indirecte)	12
6.1	Dispositifs de protection pour conditions de service normal et particulier, montés dans les zones d'entraînement, d'engagement, de happement et d'écrasement	12
6.2	Dispositifs de protection pour franchir les cylindres	21
6.3	Dispositifs de protection des cylindres posés librement	21
6.4	Protection contre les cylindres à surfaces chaudes et les matériaux transportés à hautes températures	21
6.5	Protection contre la formation de charges électrostatiques sur les cylindres et les bandes	22
6.6	Protection contre le bruit	22
7	Signalisation des dangers (systèmes d'avertissement)	23
7.1	Signalisation de sécurité	23
7.2	Couleurs des dispositifs de sécurité	24
7.3	Signaux et dispositifs d'avertissement	24
8	Règles importantes pour les utilisateurs	24

2 Dangers



1 Introduction

Les cylindres équipent les installations de nombreuses entreprises appartenant aux branches les plus diverses. Mais ils restent aujourd'hui à l'origine de graves accidents. Ce sont le plus souvent des parties de vêtements ou du corps, et même des personnes qui sont entraînées entre deux cylindres.

Cette publication s'adresse aux responsables de la sécurité dans les entreprises ainsi qu'aux fabricants de machines intégrant des cylindres. Elle met l'accent sur les dangers, définit les objectifs de sécurité et propose, à l'aide d'exemples pratiques, des solutions permettant d'atteindre ces objectifs.

Remarque importante: les machines et les installations équipées de cylindres doivent satisfaire aux prescriptions de l'Ordonnance sur la sécurité d'installations et d'appareils électriques (OSIT) et de la directive «Equipements de travail» (Réf. 6512.f) de la CFST.

Les dangers en quelques mots

Les cylindres présentent essentiellement les dangers suivants:

◆ Zones d'entraînement

Les zones d'entraînement sont les sources de danger les plus fréquentes. Il arrive que des parties de vêtements ou du corps, et même des personnes soient entraînées entre deux cylindres ou entre un cylindre et une partie de machine ou d'élément de bâtiment.

◆ Zones de happement

Il peut arriver que des parties de vêtements ou du corps sont happées par un cylindre et que des personnes soient alors entraînées ou projetées.

◆ Zones d'écrasement

Les cylindres ou paires de cylindres motorisés présentent un risque d'écrasement de parties du corps entre deux cylindres ou entre un cylindre et un élément fixe. Lorsque des matières rigides sont transportées par les cylindres, il existe le risque que des parties du corps soient écrasées entre les matières transportées et un élément fixe.

◆ Risque de chute

Il existe un risque de glisser et de chuter lors du franchissement de cylindres à rotation libre.

◆ Risque de choc

Les cylindres posés librement peuvent se mettre en mouvement et heurter des personnes.

◆ Risque de brûlures

Ce danger existe sur des cylindres ou des matières travaillées à surface chaude.

◆ Risque d'incendie et d'explosion

Des décharges d'électricité statique peuvent déclencher des incendies ou provoquer des explosions.

◆ Influence du bruit sur la santé

Le bruit peut avoir des effets néfastes sur la santé des personnes.

2.1 Zones d'entraînement entre les paires de cylindres

Lorsque deux cylindres tournent au contact l'un de l'autre, il se forme des zones d'entraînement dans lesquelles des pièces de vêtements, parties du corps ou personnes peuvent être introduites.

Les facteurs suivants sont déterminants pour apprécier les risques :

- forme des zones d'entraînement ou d'écrasement
- variations de l'intervalle dues aux forces exercées sur les cylindres
- énergie cinétique des cylindres et de leurs organes d'entraînement
- forces de frottement agissant dans le sens de l'introduction entre les cylindres.

La nature et la gravité des blessures occasionnées aux zones d'entraînement non protégées dépendent des facteurs suivants :

- l'importance de la pression exercée sur la partie du corps entraînée dans la zone d'écrasement ou l'importance de la déformation de cette partie
- la force avec laquelle la partie du corps entraînée agit sur les cylindres et les éléments de la machine auxquels ils sont liés (pression des cylindres)
- profondeur de pénétration de la partie du corps entraînée.

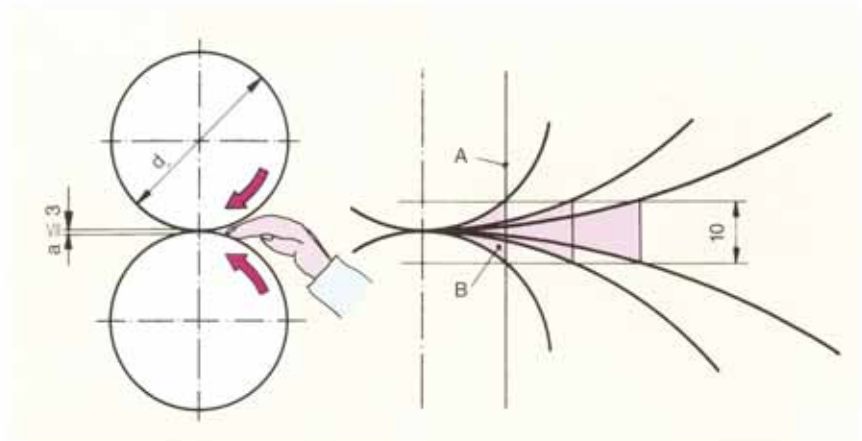


Figure 1: Paire de cylindres avec entraxe fixe et intervalle maximal de 3 mm entre les cylindres indéformables.

d = diamètre des cylindres
 a = intervalle entre les cylindres

A = limite de la zone d'écrasement. Au-delà de cette limite, il faut craindre des blessures aux doigts.

B = zone de coincement en forme de coin. Plus le diamètre du cylindre est grand, plus l'angle du coin est aigu et plus le risque d'écrasement est important.

2.1.1 Paires de cylindres avec entraxe fixe et intervalle maximal de 3 mm entre les cylindres indéformables

Sur les paires de cylindres de ce type, il y a un risque d'écrasement des doigts. Le danger est d'autant plus important que le diamètre (d) des cylindres est grand (fig. 1).

Des blessures sont à craindre lorsque :

- pour des cylindres de même dimension, le diamètre des deux cylindres est supérieur à 20 mm
- pour des cylindres de différentes dimensions, le diamètre du petit cylindre est supérieur à 20 mm
- la surface du cylindre présente un creux (fig. 2).

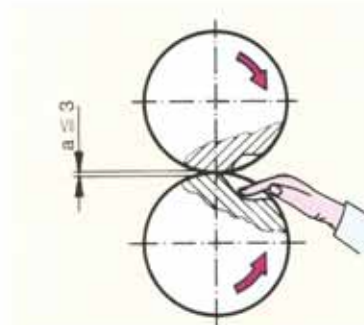


Figure 2: Paire de cylindres présentant un creux à la surface.

Le risque d'entraînement et d'écrasement des doigts existe quel que soit le diamètre du cylindre.

2.1.2 Paires de cylindres avec déplacement limité des paliers ou à revêtement souple

Sur ces types de cylindres, il faut craindre que des parties plus grandes du corps (mains, bras) soient entraînées. Plus le diamètre (d) des cylindres est grand, plus la zone d'écrasement (B) est étendue, et plus les parties du corps introduites pour une même profondeur de pénétration seront grandes (fig. 3).

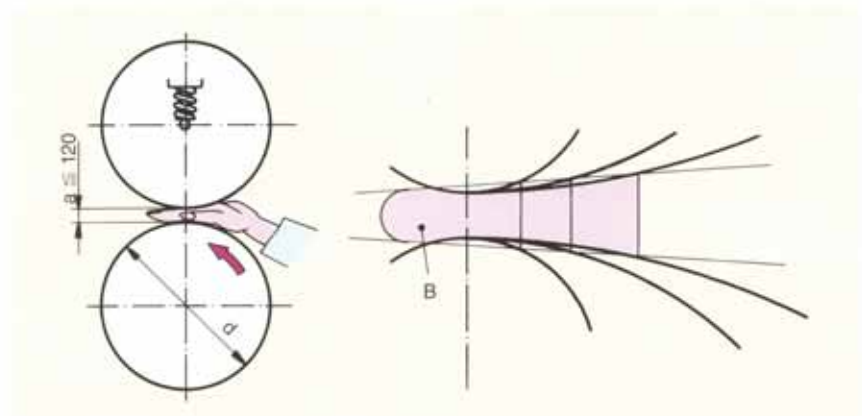


Figure 3: Paire de cylindres avec déplacement limité des paliers. L'intervalle entre les cylindres augmente en raison de la pression que la partie écrasée du corps exerce sur les cylindres.

2.1.3 Paires de cylindres avec entraxe fixe et cylindres sans contact entre eux

Comme le montrent les exemples qui suivent, des parties du corps ou des personnes peuvent être entraînées entre des paires de cylindres (zones d'entraînement).

- Paire de cylindres dont un seul est motorisé tandis que l'autre peut tourner librement

Lorsqu'une partie du corps est coincée entre les cylindres, elle peut, par force de frottement, mettre en mouvement le cylindre immobile. Il se forme alors une zone d'entraînement (figures 4 et 5).

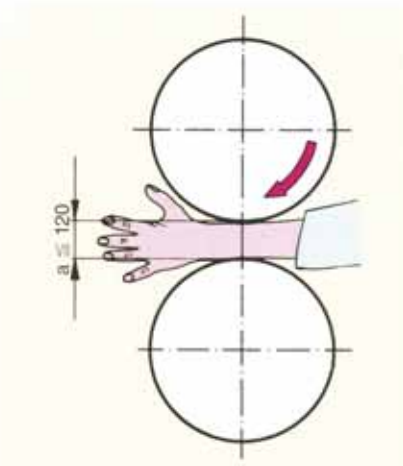


Figure 4: Paire de cylindres séparés par un intervalle maximal de 120 mm. Cette disposition présente un danger d'entraînement des doigts, des mains et des bras.

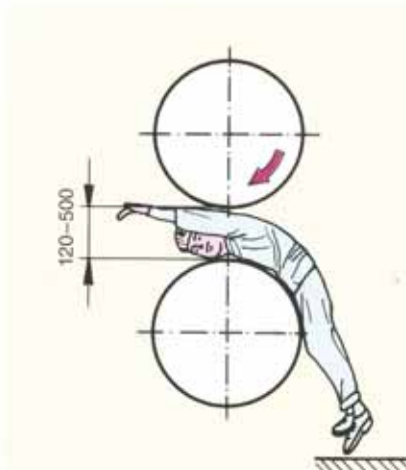


Figure 5: Paire de cylindres séparés par un intervalle de 120 à 500 mm. Il y a danger d'entraînement de la tête et du corps.

- Paires de cylindres tous deux motorisés

Le sens de rotation et les surfaces sont identiques pour les deux cylindres mais leurs vitesses circonférentielles varient. (V_1, V_2) (figure 6).

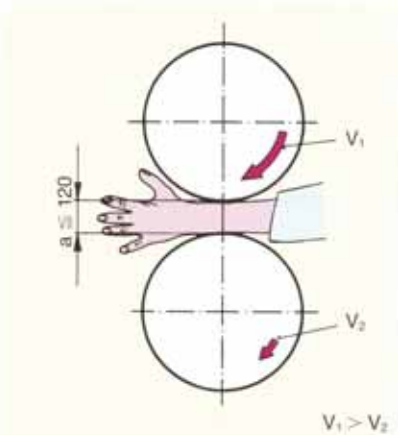


Figure 6: Paire de cylindres séparés par un intervalle maximal de 120 mm. La vitesse circonférentielle de l'un des deux cylindres (V_1) est supérieure à celle de l'autre (V_2). Il y a danger d'entraînement des doigts, des mains et des bras.

- Paire de cylindres tous deux motorisés

Le sens de rotation et les vitesses circonférentielles ($V_1 = V_2$) sont identiques pour les deux cylindres, mais leurs surfaces sont différentes (figure 7).

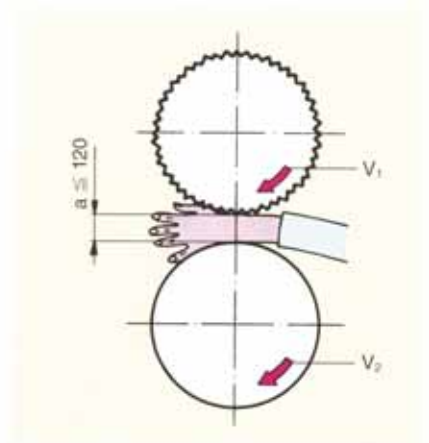


Figure 7: Paire de cylindres séparés par un intervalle maximum de 120 mm. La surface de l'un des cylindres présente une force de frottement considérable. Il y a danger d'entraînement des doigts, des mains et des bras.



2.2 Zones d'entraînement entre cylindres et élément de machine fixe placé vis-à-vis, ou entre cylindres et éléments de bâtiment

Lorsque les cylindres sont positionnés en face d'éléments fixes de machine ou d'éléments de bâtiment, il y a danger d'entraînement de parties du corps (figures 8 et 9).

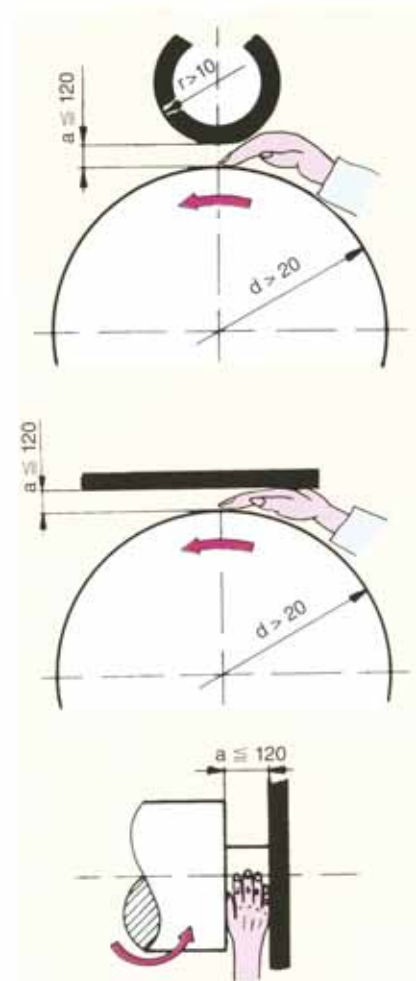


Figure 8: Cylindres positionnés à une distance d'au moins 120 mm par rapport à un élément fixe de machine. Il y a danger d'entraînement des doigts, des mains et des bras.
 r = rayon
 d = diamètre

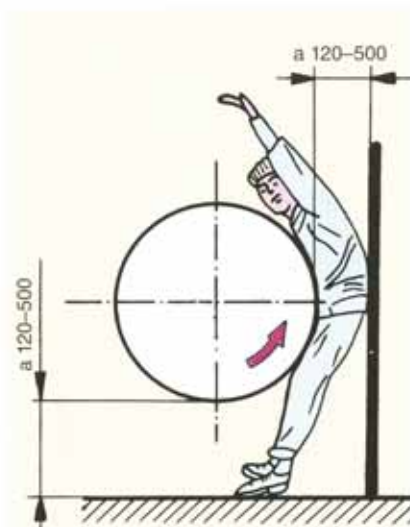


Figure 9: Cylindre placé à une distance de 120 à 500 mm par rapport aux éléments de bâtiment. Il y a danger d'entraînement de la tête et du corps.



2.3 Zones d'entraînement sur les cylindres sur lesquels passent ou s'enroulent des bandes (zones d'engagement)

Sur ce type de cylindre (fig. 10), le danger d'entraînement se situe au niveau de la zone d'engagement (A).

Le risque d'entraînement dépend

- du type de bande utilisé
- de la tension longitudinale de la bande.

Les situations suivantes présentent également un danger d'entraînement et d'enroulement de parties du corps :

- déformation ou rupture de la bande dans la zone d'engagement
- rupture d'un seul des filaments (fils sans fin) rassemblés en bandes et tendus sur les cylindres.

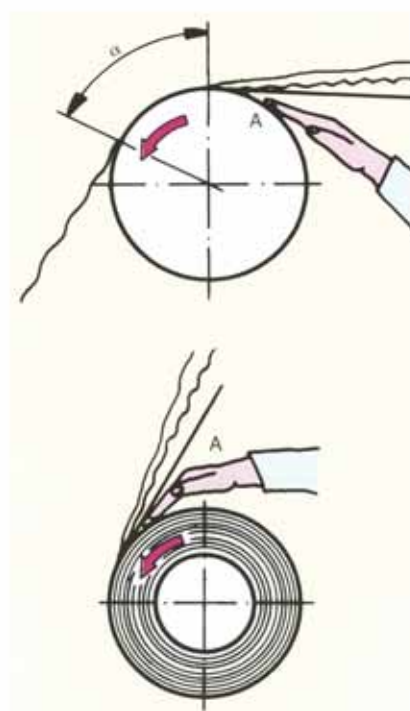


Figure 10: Cylindres et zones d'engagement (A). Il y a danger d'entraînement de parties du corps.

2.4 Zones de happement

Sur les cylindres, les zones de happement sont des zones dangereuses au niveau desquelles des parties de vêtement ou de corps peuvent être saisies, entraînées et enroulées ou projetées.

Les pièces en saillie, telles que les vis, les pointes, etc. peuvent former des zones de happement.

En cas de courant d'air en direction de la machine, les cheveux et les vêtements amples peuvent entrer en contact avec les cylindres et être enroulés par effet d'adhérence.

L'adhérence d'un tissu humide sur un cylindre poli d'au maximum 120 mm de diamètre est sensiblement plus importante que l'adhérence d'un tissu sec.

2.5 Zones d'écrasement sur les cylindres à déplacement motorisé

Il peut se former des zones d'écrasement sur les paires de cylindres ou les cylindres uniques placés en face d'un élément fixe, lorsque le cylindre mobile revient se placer contre l'élément fixe.

2.6 Risque de chute lors du franchissement de cylindres

Il faut être conscient du risque de chute lorsqu'on franchit des cylindres ou des rouleaux à rotation libre ou motorisée.

2.7 Risque de choc engendré par les cylindres posés librement

Les cylindres de section circulaire peuvent se mettre en mouvement en raison de leur énergie potentielle ou par l'influence de forces extérieures, et constituer un danger pour les personnes.

2.8 Chaleur

Un contact avec des cylindres ou des matériaux transportés à surface chaude peut entraîner des brûlures dont la gravité dépend des facteurs suivants :

- température à la surface
- type de matériau constituant la surface du cylindre
- temps d'application de la main sur la surface.

Un contact avec des surfaces lisses chaudes en métal nu occasionne des brûlures de la peau dans les conditions suivantes:

- température de 70 °C et temps de contact d'une seconde
- température de 60 °C et temps de contact de dix secondes (cf. norme EN 563).

Les parties du corps entraînées au niveau des zones d'engagement des cylindres peuvent être sujettes à des brûlures en raison de la chaleur de friction résultant du contact avec les cylindres en rotation.

2.9 Electricité statique

Des charges d'électricité statique peuvent se former sur les cylindres avec bandes circulaires sèches par suite de friction, ou de tensions internes (engendrées par le laminage et l'em-

boutissage) ou lorsque la bande se sépare du cylindre. La formation d'électricité statique dépend en outre des facteurs suivants :

- humidité de l'air
- conductivité électrique du cylindre et de la bande
- vitesse avec laquelle la bande se sépare du cylindre.

La charge électrostatique a pour effet d'augmenter sensiblement l'adhérence de la bande au cylindre.

Les décharges d'électricité statique ne représentent pas un risque direct d'accident. Cependant, les étincelles peuvent provoquer une erreur humaine entraînant p. ex. des chutes. Les étincelles peuvent également être des sources d'incendies et d'explosions.

Le risque de formation d'électricité statique sur les cylindres et les bandes peut être déterminé en mesurant l'état de la charge électrique. Ces mesures ne se réalisent pas sans difficulté, d'une part parce que les charges électrostatiques sont variables, d'autre part parce que l'électricité statique se caractérise par la formation de hautes tensions pour des faibles intensités de courant.

Une intensité de champ électrique de 40000 V/m peut être ressentie comme une nuisance par les personnes directement exposées. L'expérience nous prouve qu'une intensité de champ de 1 million V/m peut provoquer une décharge électrique susceptible de produire des étincelles (DIN/VDE 0848).

2.10 Bruit

Les charges sonores persistantes (L_{eq}) de 88 dB(A) et plus sont dangereuses pour l'ouïe. Des valeurs inférieures peuvent d'ores et déjà engendrer des nuisances et des troubles de la santé. Une diminution importante de la faculté auditive consécutive à l'effet du bruit au poste de travail est considérée comme une maladie professionnelle.



L'intensité du bruit mesurée sur les machines intégrant des cylindres motorisés peut dépasser les valeurs limites mentionnées (p. ex. sur les laminoirs à caoutchouc, les rotatives pour l'impression offset, les machines à papier, les machines d'étirage).

La norme CE292-2 exige que les valeurs d'émission de bruit des machines (cylindres) soient déclarées de sorte que le danger du bruit soit reconnu.

3 Objectifs de sécurité

3.1 Conditions de service normal

(conditions de service normal: l'installation remplit la mission à laquelle elle est destinée.)

Les zones dangereuses sur les cylindres sont à protéger de sorte que personne ne soit blessé. Il faut savoir que les personnes concernées ne se comportent pas toujours de la manière escomptée.

3.2 Conditions de service particulier

(conditions de service particulier: elles incluent tous les types d'exploitation nécessaires pour assurer un fonctionnement normal)

Il faut éviter que les personnes se blessent lors

- des travaux de montage et d'introduction des bandes
- des travaux de réglage effectués sur les cylindres
- de l'élimination de perturbations sur une machine ou durant la production
- des travaux de nettoyage.

Elles ne doivent pas être menacées par un dysfonctionnement des commandes de sécurité du système d'entraînement et de déplacement des cylindres.

3.3 Maintenance

(travaux de maintenance et de réparation)

Il faut empêcher que des personnes soient blessées par une mise en route intempestive ou des déplacements des cylindres.

4 Mesures de sécurité

Fabricants, constructeurs et utilisateurs sont tenus de prendre les mesures de sécurité conformes à l'état actuel de la technique. Toutes les mesures applicables au stade de la construction auront la priorité sur les décisions relatives à l'organisation et le comportement, qui, elles, seront prises par l'utilisateur lui-même.

Tâches et obligations des fabricant, constructeur et utilisateur:

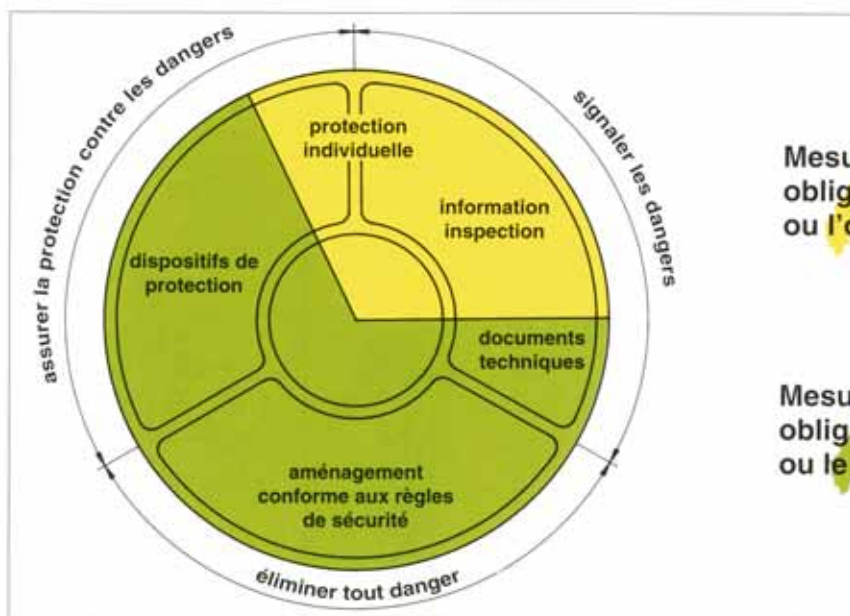
- éliminer les dangers (technique de sécurité directe)
- assurer la protection contre les dangers (technique de sécurité indirecte)
- signaler les dangers (systèmes d'avertissement).

Il incombe au fabricant et au constructeur

- de fixer les limites du domaine d'utilisation de la machine ou de l'installation
- d'identifier les dangers et d'apprécier l'importance du risque
- d'éliminer les dangers ou de réduire le risque autant que possible
- de mettre en place des dispositifs de protection contre les risques résiduels
- de signaler à l'utilisateur les risques résiduels
- d'indiquer les points que l'utilisateur devra observer et les dispositions qui seront nécessaires pour exécuter un travail précis sur une machine ou une installation
- d'indiquer les mesures de sécurité que l'utilisateur doit éventuellement prendre lui-même.

Utilisateurs et opérateurs devront :

- utiliser les installations et appareils techniques dans le respect des prescriptions
- connaître les risques résiduels
- utiliser les dispositifs de protection existants
- utiliser les équipements de protection individuelle exigés
- connaître les documents techniques et suivre les indications techniques de sécurité qu'ils comportent
- déclencher l'«interrupteur de sécurité» avant d'effectuer des travaux de maintenance et le verrouiller avec un cadenas pour empêcher tout réenclenchement
- («Interrupteur de sécurité»: dispositif de déconnexion de l'alimentation en énergie et d'élimination de l'énergie)
- être préparés pour des cas d'urgence
- être à même de prodiguer les premiers secours.



Mesures de sécurité obligatoires pour l'utilisateur ou l'opérateur:

Mesures de sécurité obligatoires pour le fabricant ou le constructeur:

Figure 11: Représentation schématique de l'ensemble des mesures de sécurité et des domaines de responsabilité.

5 Elimination des dangers (technique de sécurité directe)

Solutions permettant d'éliminer ou de réduire les dangers sur les cylindres :

<ul style="list-style-type: none"> - constructions appropriées - disposition appropriée des cylindres 	pour les conditions de service normal et particulier
<ul style="list-style-type: none"> - limitation des forces - limitation des vitesses - limitation des dimensions - limitation des énergies 	surtout pour les conditions de service particulier

5.1 Paires de cylindres

5.1.1 Paires de cylindres avec entraxe fixe et intervalle maximum de 3 mm entre les cylindres indéformables

On peut éviter que des doigts soient écrasés entre les paires de cylindres en optant pour un diamètre adéquat des cylindres :

- diamètre maximal de 20 mm pour les deux cylindres, si ceux-ci présentent des dimensions équivalentes
- diamètre maximal de 20 mm pour l'un des deux cylindres lorsque les cylindres ne présentent pas les mêmes dimensions.

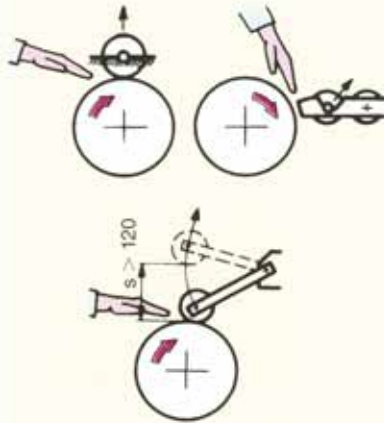


Figure 12: Risque d'entraînement des doigts et des mains éliminé grâce aux
- cylindres posés librement, sautant en présence d'un obstacle (haut)
- cylindres articulés, se soulevant en présence d'un obstacle (bas).

5.1.2 Paires de cylindres avec déplacement limité des paliers ou à revêtement souple

Un logement correct des cylindres permet d'écartier le risque d'écrasement des doigts et des mains. Il convient d'installer des cylindres qui se soulèvent ou sautent jusqu'à une distance de sécurité de 120 mm en cas d'entraînement d'une partie du corps (fig. 12).

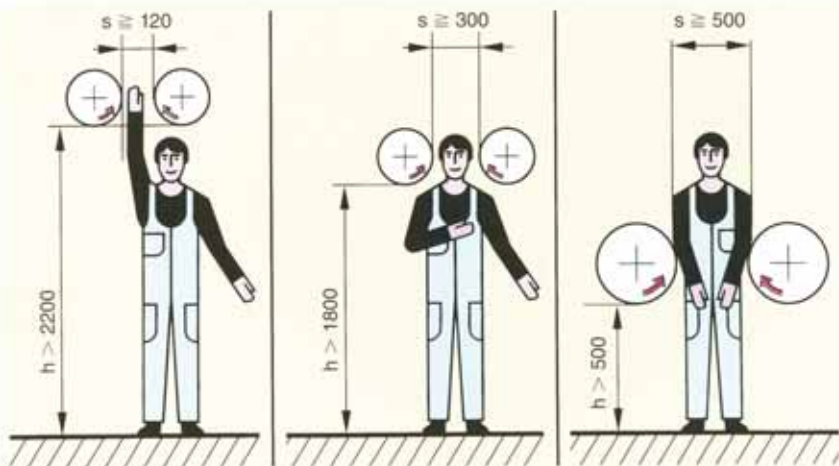


Figure 13: Elimination du risque d'introduction de parties du corps en respectant la hauteur h et les distances de sécurité s .

5.1.3 Paires de cylindres à entraxe fixe et cylindres sans contact entre eux

- Afin d'éviter tout danger d'introduction de parties du corps entre les cylindres à sens de rotation opposé, il convient de respecter les hauteurs h et les distances de sécurité s à tous les emplacements où les personnes peuvent être entraînées dans des conditions de service normal et particulier (fig. 13).
- Le risque d'introduction de parties du corps sur les cylindres de même sens de rotation disparaît lorsque les cylindres ont des vitesses circonférentielles et des surfaces équivalentes.

5.2 Cylindres placés en face d'un élément fixe de machine ou en face d'éléments de bâtiment

- Pour éliminer tout danger d'introduction de doigts, de mains ou de bras, il faut respecter la distance de sécurité s et tenir compte de la conception de la partie fixe

(α = angle droit ou obtus)
(fig. 14).

- Pour éliminer le risque d'entraînement ou d'écrasement de parties du corps sur des cylindres en déplacement ou des cylindres en rotation, il convient de respecter les hauteurs h et les distances de sécurité s à tous les emplacements où les personnes peuvent être entraînées dans les conditions de service normal et particulier (fig. 15).

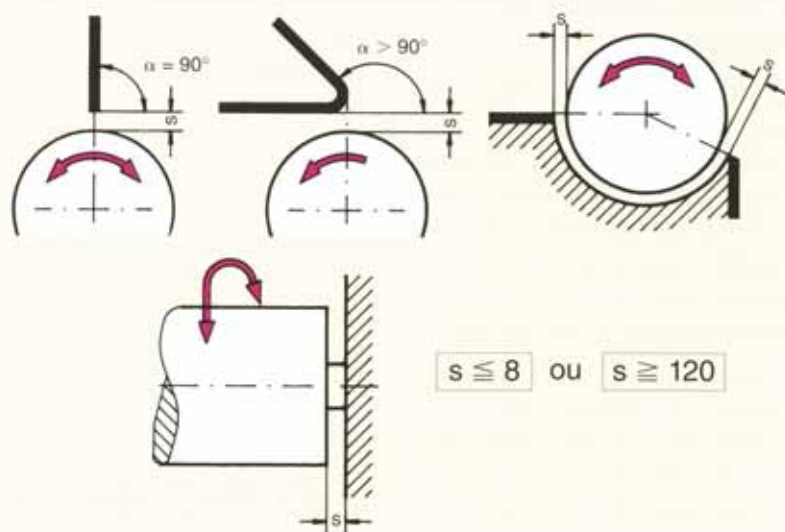


Figure 14: Éliminer les risques d'entraînement des doigts, des mains et des bras en respectant la distance de sécurité s et en disposant les parties fixes de manière appropriée.

5.3 Cylindres sur lesquels passent ou s'enroulent des bandes (zones d'engagement)

Une disposition appropriée ne suffit pas pour éliminer le risque d'entraînement au niveau des zones d'engagement.

Il est cependant possible de réduire la gravité des blessures occasionnées par entraînement sur les cylindres sur lesquels les bandes passent ou s'enroulent (fig. 10), si les conditions suivantes sont remplies:

- étirage en longueur, vitesse circonférentielle et angle d'enroulement α doivent rester faibles
- le déplacement latéral de la bande provoqué par la partie du corps entraînée ne doit pas être gêné.

5.4 Zones de happement sur les cylindres

Par une conception appropriée (p. ex. en noyant les vis) on peut éviter que les pièces en saillie sur les cylindres forment des zones de happement.

Il existe des solutions permet-

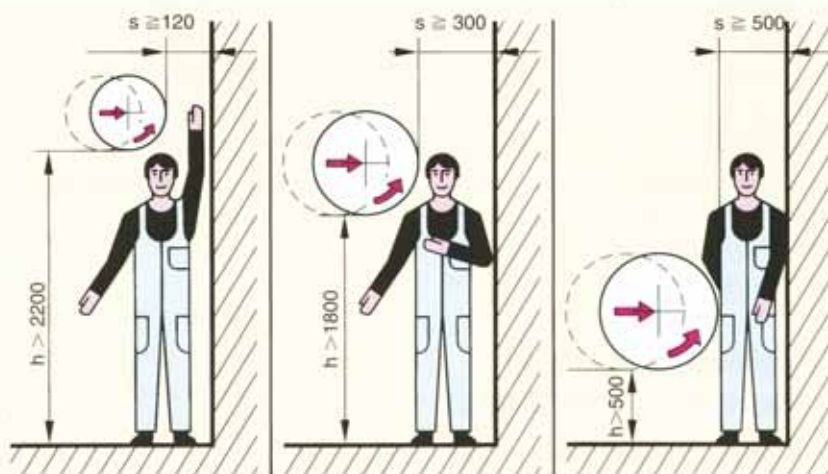


Figure 15: Éliminer les risques d'entraînement et d'écrasement des parties du corps sur les cylindres en déplacement ou sur les cylindres en rotation en respectant les hauteurs h et les distances de sécurité s .

tant d'éviter que des cheveux ou des vêtements amples entrent en contact avec les cylindres et soient enroulés en raison de leur adhérence à la surface du cylindre. Il faut faire en sorte

- qu'il n'y ait pas de courant d'air en direction de la machine
- que l'adhérence aux cylindres soit réduite autant que possible.

5.5 Cylindres à déplacement motorisé

Afin d'éliminer tout risque d'écrasement de parties du corps, il convient de respecter les hauteurs h et les distances de sécurité s à tous les endroits où des personnes pourraient être entraînées dans les conditions de service normal et particulier (fig. 13 et 15).

5.6 Franchissement de cylindres

Afin de prévenir tout risque de chute de personnes, il convient de ne pas installer de cylindres ou de rouleaux à rotation libre aux emplacements où des personnes pourraient être entraînées dans les conditions de service normal et particulier.

Les solutions efficaces visant à éliminer le risque de chute seraient de recourir à des cylindres ou des rouleaux freinés et motorisés, ou d'installer des tôles de passage entre les cylindres.

5.7 Cylindres posés librement

Il convient de placer les cylindres et les rouleaux à la verticale pour les stocker et les transporter, ceci afin d'éviter que des personnes ne soient renversées. Les cylindres seront placés de manière stable pour éviter qu'ils se renversent.

5.8 Cylindres et matériau transporté à surfaces chaudes

Pour éviter les brûlures corporelles, il faut ramener – autant que le procédé le permet – les températures des cylindres et de la matière travaillée au-dessous de 60°C.

Il est impératif d'éliminer tout risque d'entraînement et d'écrasement sur les cylindres dont les surfaces peuvent provoquer des brûlures corporelles sous l'effet de la chaleur de friction (voir à ce sujet les points 5.1, 5.2 et 5.3).

5.9 Electricité statique

Pour éliminer tout danger lié à la formation d'une charge électrostatique, les cylindres et

bandes devraient être des conducteurs d'électricité reliés conjointement à la terre. Une résistance de terre à valeur ohmique relativement élevée est autorisée.

L'expérience démontre qu'il ne se forme plus de charges dangereuses lorsque l'humidité relative de l'air est de 70%.

5.10 Bruit

Les installations techniques comportant des cylindres seront conçues, et la matière travaillée sera mise en place, de telle sorte que le bruit ne dépasse pas 85 dB (A).

6 Protection contre les dangers (technique de sécurité indirecte)

6.1 Dispositifs de protection pour conditions de service normal et particulier, montés dans les zones d'entraînement, d'engagement, de happement et d'écrasement

Pour des raisons liées aux techniques de procédés et de construction, il est impossible d'éliminer tous les dangers qui apparaissent sur les cylindres. Aussi est-il nécessaire de développer et de mettre en place des dispositifs de protection appropriés.

Ces dispositifs se répartissent comme suit :

- les protecteurs (tableau 1)
- les protecteurs avec détecteur de proximité (tableau 2)

Protecteurs	
Protecteurs fixes	<ul style="list-style-type: none"> – barres de protection/cornières de protection – capots de protection – enceintes – grillages de protection
Protecteurs mobiles	<ul style="list-style-type: none"> – Protecteurs avec dispositifs de verrouillage (cape de protection à interrupteur de surveillance) – Protecteur avec dispositif d'interverrouillage

Tableau 1

Protecteurs avec détecteur de proximité (Dispositif de protection par déclenchement)
<ul style="list-style-type: none"> – dispositifs de protection par barrage immatériel – tapis sensibles – barres sensibles / listes sensibles – clapets sensibles – câbles sensibles

Tableau 2

Protecteurs fixes

Les dispositifs de protection de ce type (tableau 1) empêchent les personnes de pénétrer dans la zone dangereuse ou d'y introduire la main. Ils seront déposés uniquement pour effectuer des travaux de maintenance. Avant de les démonter, il faut actionner le dispositif de déclenchement de sécurité «interrupteur de sécurité».

Le démontage et l'ouverture du dispositif de protection ne doivent se faire qu'avec un outil.

Les zones d'entraînement et d'engagement seront, dans la mesure du possible, toujours protégées par les dispositifs de protection mentionnés.

◆ Barres et cornières de protection pour conditions de service normal et particulier

Les barres, cornières et autres profilés ont pour rôle de protéger les cylindres sans toutefois les recouvrir entièrement. Ces dispositifs de protection (fig. 16 à 18) devront être suffisamment robustes. Leur profil, leur disposition et leur distance par rapport au cylindre ne devront pas représenter des sources de dangers supplémentaires.

Les barres de protection lisses à section circulaire ne doivent pas être installées lorsque le diamètre dépasse 20 mm (voir point 2.2, fig. 8).

La face ou le dos du profilé de protection ne doit présenter aucune arête aiguë en direction du cylindre et doit être en position radiale par rapport au centre du cylindre.

L'écart exigé pour le passage de la bande entre la barre ou la cornière de protection et le cy-

lindre est indiqué sur les figures 16 et 17.

Un risque subsiste néanmoins sur les cylindres en rotation présentant de tels passages et intervalles au niveau des barres, cornières ou autres profilés de protection: en effet, les cheveux, gants, parties de vêtement, chiffons de nettoyage, outils, etc. peuvent être happés et entraînés.

Les barres de protection sur cylindres chauffés, qui s'allongent sous l'effet de la chaleur, doivent reposer sur un appui libre d'un côté.

Si la bande ne repose pas devant la barre de protection sur le cylindre, il faut mettre en place deux barres de protection ou deux profilés de protection permettant le passage de la bande (fig. 17). L'intervalle de sécurité s entre la barre de protection et la limite A sera déterminé en fonction de la valeur d'ouverture e_0/e_1 entre les barres de protection.

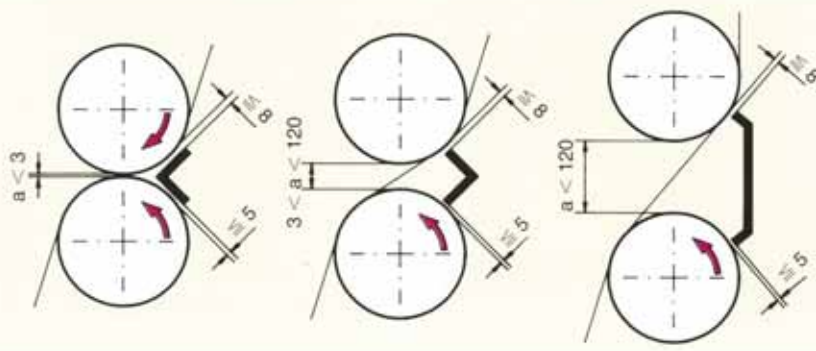
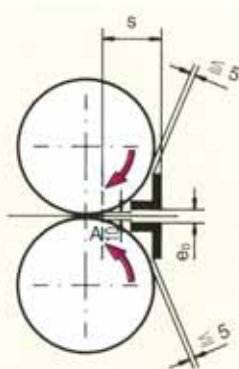


Fig. 16: Barres de protection et profilés de protection placés aux zones d'entraînement.



Ouverture	e_0	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30
Intervalle de sécurité s		40	60	80	100	120	140	160

Figure 17: Barres de protection et profilés de protection entre lesquels passe la bande.

A = limite de la zone d'écrasement
 s = intervalle de sécurité
 e_0 = ouverture

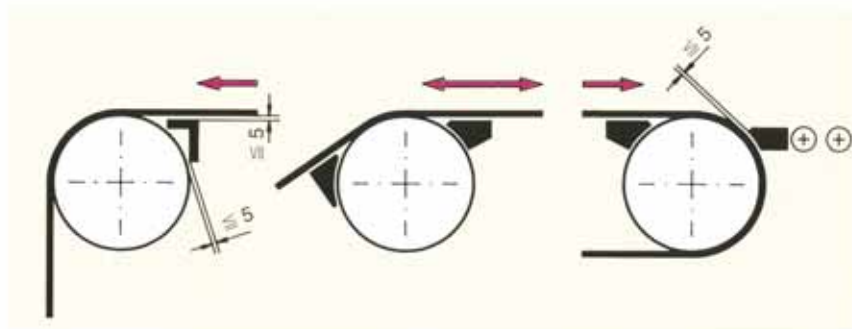


Figure 18: Barres de protection et cornières de protection placées aux zones d'engagement et d'entraînement.



Figure 22: Trains de laminoirs pour fibres dans une entreprise de fabrication de fibres chimiques.

1. Dispositif empêchant qu'un filament (fils sans fin) se déchire et s'enroule autour du cylindre. Comme ce filament doit être dégagé pendant que les cylindres sont en mouvement, il y a un risque d'entraînement de parties du corps.
2. Cornières de protection dans la zone d'engagement d'une bande en fibres passant sur le cylindre.

◆ **Capots de protection pour conditions de service normal**

Les capots (fig. 23) se placent directement devant les zones dangereuses (solidement fixés par vis). Grâce à ces dispositifs, la zone dangereuse ne peut être atteinte depuis le côté recouvert.



Figure 23: Poste de déroulage d'une installation d'application de revêtements (entreprise de traitement des matières plastiques). La zone d'entraînement et d'écrasement (1) des cylindres dérouleurs est recouverte.



Figure 19: Rotative pour l'impression offset. Les zones d'introduction des cylindres ou rouleaux doivent être protégées par des barres de protection à la fois dans les conditions de service normal et particulier.



Figure 20: Calandre dans une entreprise de transformation des matières plastiques. Les barres de protection (2) s'imposent car les mains peuvent atteindre les zones d'introduction sur les cylindres refroidisseurs (1).



Figure 21: Installation d'application de revêtements (entreprise de traitement des mat. plastiques). Les zones d'engagement de la bande sur les cylindres de déviation (1) sont protégées par des barres de protection (2).

◆ Enceintes pour conditions de service normal

Grâce aux enceintes seules ou combinées à des parties fixes, l'accès aux cylindres est empêché de toute part.

◆ Grillages de protection pour conditions de service normal

En installant un grillage de protection (fig. 24 et 25) à une distance de sécurité adéquate, le risque d'atteindre des zones d'entraînement et d'écrasement ou d'y accéder est éliminé (fig. 24).

Pour exclure toute possibilité d'accès, le grillage de protection doit présenter les caractéristiques suivantes :

- hauteur de 1,4 m minimum
- solidement fixé
- confectionné dans un maté-

riau résistant, entièrement lisse ou à mailles fines

- espace autorisé sous le grillage: 0,3 m maximum.

La hauteur du grillage de protection est en général fonction du danger existant. Il ne faut en effet pas exclure l'éventualité d'une éjection de pièces hors de la zone dangereuse.

Protecteur mobile pour conditions de service normal et particulier

◆ Capots de protection verrouillés

Ces dispositifs (tableau 1, p. 12) empêchent à eux seuls ou combinés à d'autres éléments fixes, l'accès ou l'introduction de la main dans la zone dangereuse. Pour les enlever, il suffit de les pousser, de les faire pivoter ou de les déposer.



Figure 25: Laminoir de matières plastiques. Les zones dangereuses de toutes les pièces en mouvement et la zone d'entraînement des cylindres dérouleurs (1) sont protégées, dans les conditions de service normal, par un grillage et une «porte d'accès» verrouillée (protecteur avec dispositif de verrouillage).

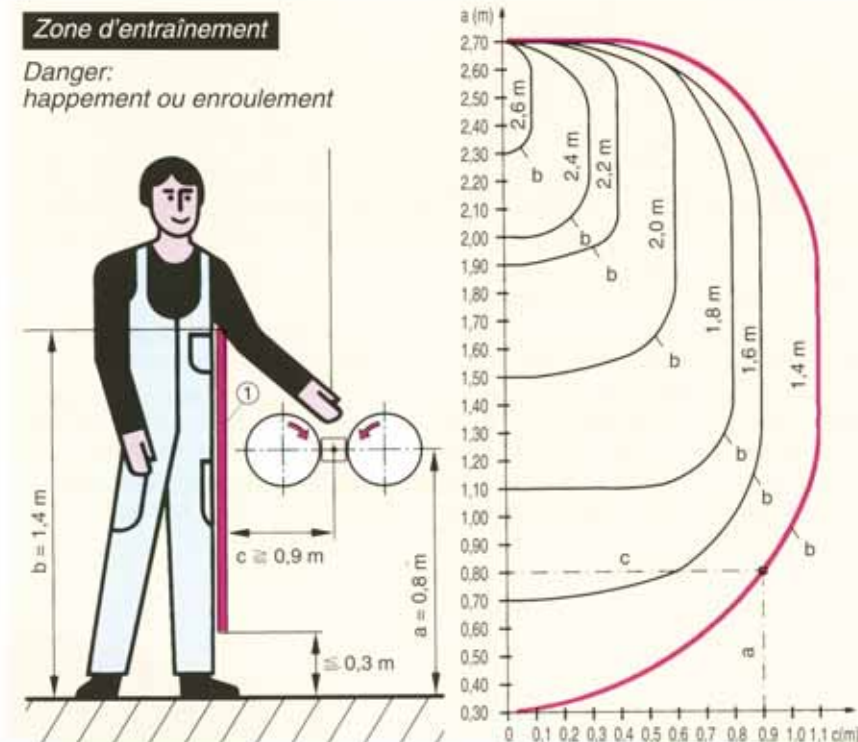


Figure 24: Grillage de protection (1) pour conditions de service normal. La norme EN 294, tableau 2, établit les distances de sécurité à respecter pour éviter que les membres supérieurs atteignent les zones dangereuses.

Les capots de protection mobiles doivent être verrouillés (surveillés). Ils ne devront être déplacés qu'à condition d'actionner simultanément un dispositif de déclenchement de sécurité assurant le fonctionnement sans danger de l'installation.

Si, malgré ces dispositions, il était possible d'introduire la main ou d'accéder dans la zone dangereuse entre le moment où l'on éloigne le dispositif de protection et celui où l'on actionne le dispositif assurant le fonctionnement sans danger, le dispositif de protection doit rester verrouillé jusqu'à ce que tout danger soit écarté. La mise en place d'un protecteur avec dispositif d'interverrouillage (capot de protection ou porte d'accès) s'impose également lorsque le cycle de travail ne peut être interrompu pour des raisons de fonctionnement.

Si certains travaux exécutés dans des conditions de service

particulier exigeant, pour certains mouvements, que les capots de protection ou les portes d'accès soient déplacés, il faut impérativement veiller à ce que les conditions suivantes soient remplies :

- les chaînes de commande dangereuses sont verrouillées (pas de fonctionnement automatique)

- les mouvements des cylindres ne sont possibles qu'en actionnant en permanence les dispositifs de commande (commande nécessitant une action maintenue, commande de marche par à-coups)
- les mouvements dangereux des cylindres ne sont autorisés que si les conditions de sécurité sont renforcées (p. ex. vitesse réduite, commande de marche par à-coups, pression réduite, puissance/énergie réduites)

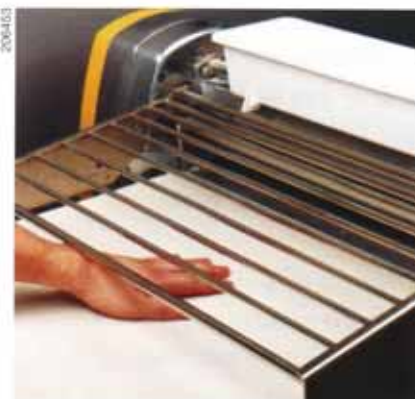
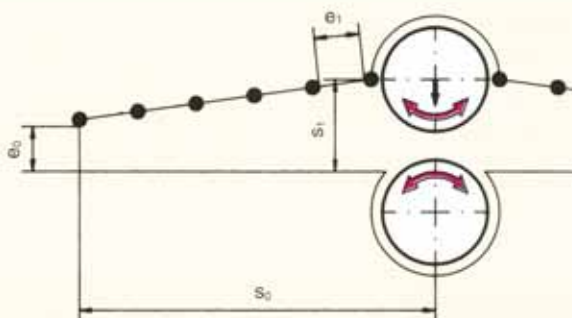
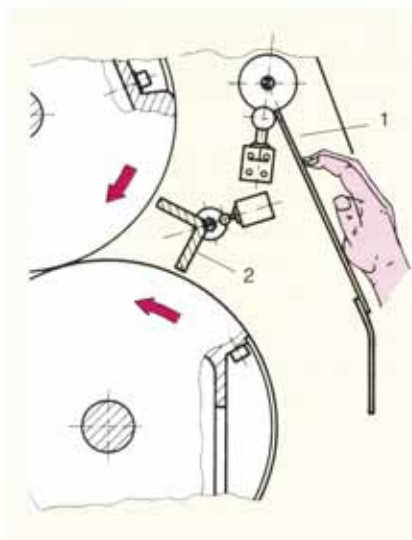


Figure 27: Machine à dérouler la pâte dans une société agro-alimentaire. Les zones d'entraînement sur les cylindres sont protégées par un capot verrouillé (grille de protection) pourvu d'une ouverture d'alimentation.



Ouverture	e_0	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Ecart de sécurité	s_0	160	200	225	250	300	350	400	450	500	555
Distance entre les barreaux	e_1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Ecart de sécurité	s_1	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160

Figure 28: Ecart de sécurité sur une grille de protection verrouillable, pouvant être relevée ou enlevée.

L'ouverture e_0 indique la position jusqu'à laquelle le capot de protection peut être relevé avant que la rotation du cylindre soit stoppée ou inversée.

L'écart de sécurité s_0 est uniquement applicable lorsqu'on peut tout au plus introduire l'avant-bras sous la grille de protection. L'écart de sécurité s_1 est fonction de la distance e_1 entre les barreaux de la grille de protection.

Lorsqu'on peut introduire le bras tendu de front dans la zone d'entraînement, il faut prévoir, pour des ouvertures de $30 \text{ mm} < e_0 < 120 \text{ mm}$, un écart de sécurité $\geq 850 \text{ mm}$.

Figure 26: Rotative pour l'impression offset. Les zones d'entraînement sur les cylindres porte-plaque et porte-blanchet ainsi que sur les cylindres d'application de couleur sont protégées par des capots verrouillés (1) dans les conditions de service normal. Dans les conditions de service particulier, la protection est assurée par une liste sensible (2).





Figure 29: Encolleuse à quatre cylindres dans une entreprise de traitement du bois.

Les zones d'entraînement sur les rouleaux encolleurs (1) et les cylindres de dosage (2) doivent être protégées par des grilles verrouillées (3) dans les conditions de service normal (application de la colle). La zone d'entraînement des cylindres encolleurs est munie d'un clapet sensible assurant une protection supplémentaire (4).

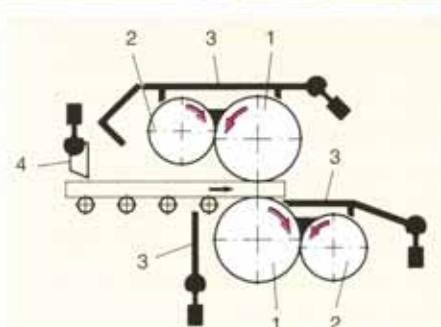


Figure 30: Encolleuse à quatre cylindres dans une entreprise de traitement du bois.

L'encolleuse est dotée d'un équipement de protection spécial pour son fonctionnement dans des conditions particulières (nettoyage pendant la rotation des cylindres).

En ouvrant la grille de protection verrouillée (3) ou au contact du clapet sensible (4), l'entraînement des cylindres est interrompu dès que l'écart de sécurité s est inférieur à 120 mm suite à un déplacement des cylindres 1 et 2.

Le rapprochement motorisé des cylindres ne doit se faire que lorsque le capot est verrouillé, ou par commande à action maintenue.

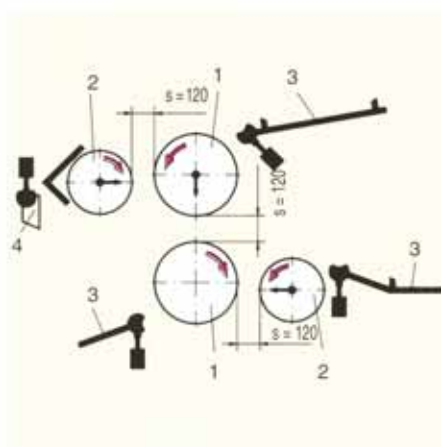


Figure 31

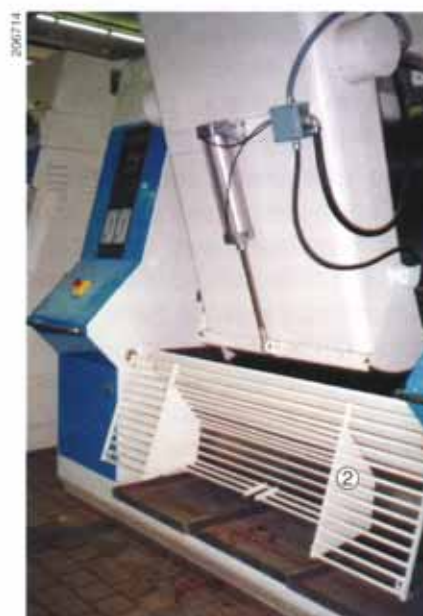


Figure 32

Figures 31 et 32: Laminoir à chocolat à 5 cylindres.

Pour les conditions de service normal, les zones d'entraînement sur les cylindres (laminage fin de la masse de chocolat) sont protégées par un capot verrouillé (1). Pour les conditions de service particulier (nettoyage pendant la rotation des cylindres), la machine est protégée de telle sorte que l'entraînement des cylindres est immédiatement interrompu lors de l'ouverture du capot de protection (2).

Protecteur avec détecteur de proximité (dispositif à déclenchement automatique)

Les dispositifs de protection de ce type (tableau 2) provoquent un déclenchement de sécurité automatique/indépendant de la volonté lorsqu'on y passe la main et lorsqu'on y accède, les traverse ou les heurte.

Les protecteurs avec détecteur de proximité doivent uniquement être utilisés aux endroits auxquels s'opère aussi vite que nécessaire un passage à un état de fonctionnement sans danger. Ils seront disposés de telle sorte qu'aucune zone dangereuse ne puisse être atteinte sans que le dispositif de protection s'enclenche au préalable et que le danger soit éliminé.

Si les protecteurs mobiles sont des barres sensibles et des clapets sensibles avec détecteur de proximité, disposés immédiatement devant la zone d'entraînement des cylindres (voir lisseuse à auges multiples, figure 37), il conviendra de respecter les écarts de sécurité s entre le dispositif de protection et la zone d'entraînement indiqués sur la figure 17, ou de les déterminer. Si les listes et clapets sensibles peuvent être déplacés, l'écart de sécurité entre le dispositif de protection et la zone d'entraînement doit être agrandi en fonction de la sortie des cylindres, dans la mesure où l'on ne pare pas au danger d'entraînement par

inversion immédiate du sens de rotation des cylindres et/ou par éloignement immédiat d'une paire de cylindres ou par soulèvement d'un cylindre. L'inversion du sens de rotation des cylindres ne doit pas créer de nouvelle zone d'entraînement dangereuse.

Les barres et câbles sensibles peuvent être utilisés comme dispositifs d'arrêt d'urgence en tout point où un danger immédiat ou menaçant doit être écarté ou lorsqu'on ne peut installer de protecteur devant la zone dangereuse.

Les câbles sensibles doivent être munis d'un interrupteur qui enclenche la fonction par traction ou par pression (rupture du câble de traction).

Pour dégager les personnes après un arrêt d'urgence, il faut que les cylindres puissent être écartés. Le dispositif d'arrêt d'urgence peut également diriger ce mouvement ainsi que le mouvement d'inversion des cylindres, dès lors qu'il ne se forme aucune autre zone d'entraînement dangereuse.

◆ Dispositifs de protection par barrage immatériel

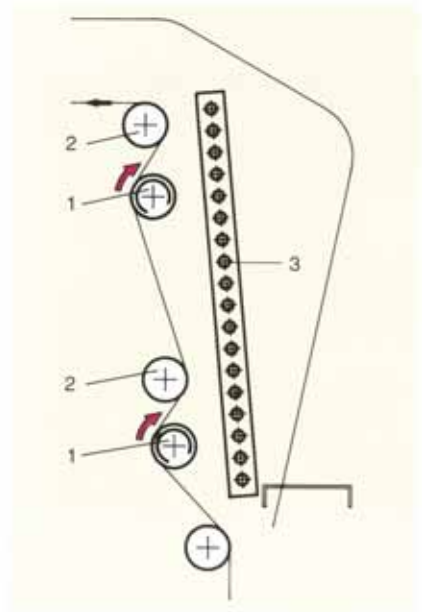


Figure 33: Rameuse dans une entreprise d'ennoblissement des tissus.

Les zones d'entraînement entre les rouleaux élargisseurs (1) et les cylindres de déviation (2) sont protégées par un dispositif à cellule photoélectrique dans des conditions de service normal et particulier (3).



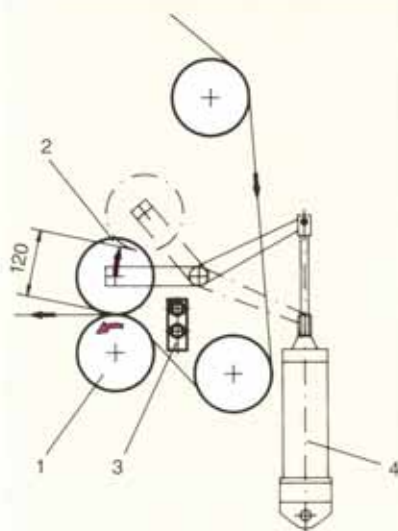
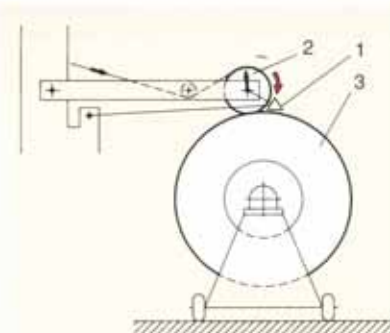


Figure 34: Dispositif d'entraînement de bandes dans une entreprise de traitement des matières plastiques. La zone d'entraînement entre le cylindre d'étirage (1) et le cylindre presseur (2) est protégée par un dispositif de protection par barrage immatériel (3) (cellule photoélectrique), combiné à un dispositif de soulèvement du cylindre (4). Dans les conditions de service normal, tout rapprochement vers le dispositif de protection par barrage immatériel provoque immédiatement le soulèvement du cylindre de pression. Dans les conditions de service particulier, le dispositif de protection par barrage immatériel empêche le cylindre relevé de se rabaisser et de présenter un danger d'écrasement.

◆ Listes sensibles



Figure 35: Rouleau indépendant de la calandre dans une entreprise d'ennoblissement des tissus. La zone d'engagement entre le cylindre d'étirage (2) et le rouleau grand diamètre (3) est protégée, dans les conditions de service normal et particulier, par une barre sensible combinée à une liste sensible (1). Lorsqu'on entre en contact avec la liste sensible, le cylindre entraîneur est arrêté et soulevé automatiquement du rouleau grand diamètre.



◆ Barres sensibles

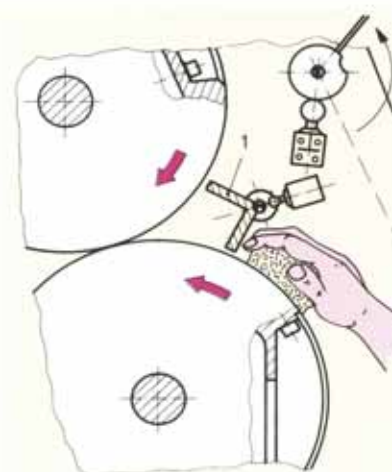


Figure 36: Rotative pour l'impression offset. Dans les conditions de service particulier, le capot de protection est ouvert. Le fonctionnement de la machine répond uniquement à la commande de marche par à-coups, à une vitesse réduite (commande de marche par à-coups = dispositif de commande qui n'autorise qu'une marche limitée). Tout contact avec la barre sensible (1) entraîne l'immobilisation immédiate des cylindres.

◆ Clapets de commande



Figure 37: Lisseuse à auges multiples de blanchisserie.

La zone d'engagement entre le cylindre (1) et la bande (2) passant dans l'auge de chauffage est protégée contre tout accès par un clapet sensible (3).

En cas de contact avec le clapet sensible, les bandes s'immobilisent immédiatement et les cylindres se dégagent des auges de chauffage (pour plus d'informations sur les clapets sensibles, voir paragraphe «Protecteurs avec détecteur de proximité», page 18.)

◆ Câbles et barres de commande d'arrêt d'urgence sont dépendants de la volonté de l'utilisateur



Figure 38

Figures 38 et 39: Laminoir à deux rouleaux dans une usine de caoutchouc.

Les zones d'entraînement sur les rouleaux sont protégées par des câbles (1) et barres (2) de commande d'arrêt d'urgence ainsi que par des barres sensibles commandant l'arrêt automatiquement et indépendamment de la volonté de l'utilisateur (3). Ces dispositifs sont des protecteurs avec détecteurs d'approche. En entrant en contact avec ces dispositifs ou en les actionnant, la rotation des cylindres s'interrompt immédiatement et les cylindres s'éloignent l'un de l'autre.



Figure 39

Barre sensible et écarts de sécurité par rapport aux zones d'entraînement des rouleaux (selon norme EN sur les laminoirs à deux rouleaux pour matières plastiques et caoutchouc).



6.2 Dispositifs de protection pour franchir les cylindres

Les espaces entre les cylindres ou rouleaux convoyeurs doivent être protégés par des passages recouverts d'un matériau antidérapant (figure 40).

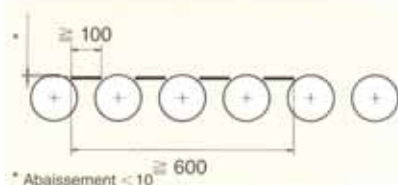


Figure 40: Passage sur un transporteur à rouleaux dans une société de transport.

6.3 Dispositifs de protection des cylindres posés librement

Les cylindres posés librement doivent être bloqués par des coins, des chevalets, etc. pour le stockage.

Pendant le transport, il peut arriver qu'en accélérant, ralentissant ou en négociant un virage, certaines forces s'exercent sur le corps du cylindre qui peut rouler par-dessus les dispositifs de sécurité (p. ex. les coins). C'est pourquoi des mesures de sécurité supplémentaires s'imposent (fig. 41).



Figure 41: Cylindres de bandes d'aluminium dans une société de confection de feuilles d'aluminium.

Les cylindres posés sur des palettes sont assurés contre le déplacement par des coins (1) et des rubans en acier (2).



Figure 42: Calandre dans une entreprise de transformation des matières plastiques. Les tuyaux de chauffage (1) des cylindres de calandre sont isolés. L'installation est pourvue d'un garde-corps (2) prévenant toute chute sur les cylindres chauffés. En outre, le panneau «Attention, pièces chaudes» (3) met en garde contre le danger que présentent les surfaces chaudes.

6.4 Protection contre les cylindres à surfaces chaudes et les matériaux transportés à hautes températures

L'opérateur dispose de plusieurs moyens pour se protéger contre les troubles dus à la chaleur et les brûlures occasionnées par les cylindres ou les matériaux travaillés à surfaces chaudes. Ce sont :

- les vêtements
- l'isolation
- les protecteurs fixes (fig. 42).

Si ces solutions ne sont pas appropriées pour des raisons liées aux techniques de production, il convient de porter des gants et des vêtements de protection contre la chaleur. Ces équipements de protection individuelle seront fournis par l'employeur. Des affiches seront apposées aux emplacements de travail concernés pour insister sur le port obligatoire, et des signaux d'avertissement mettront en garde contre les dangers restants.

6.5 Protection contre la formation de charges électrostatiques sur les cylindres et les bandes

L'électricité statique peut être éliminée par :

- augmentation de la conductivité électrique de la bande par traitement de surface, p. ex. en appliquant des produits conducteurs sur les bandes de transport et les courroies
- mise à la terre de toutes les parties conductrices susceptibles de se charger en électricité statique
- ionisation de l'air dans le champ de tension au niveau de la zone où la bande se sépare du cylindre, réalisée au moyen d'appareils d'ionisation à haute tension. L'efficacité peut en être augmentée en combinant ces appareils à des appareils à buses de soufflage d'air capables d'insuffler les ions dans le champ de tension (fig. 43 et 44)
- la mise en place de chaînes, de brosses et de bandes à pointes d'acier dans le champ entourant la bande (fig. 43).

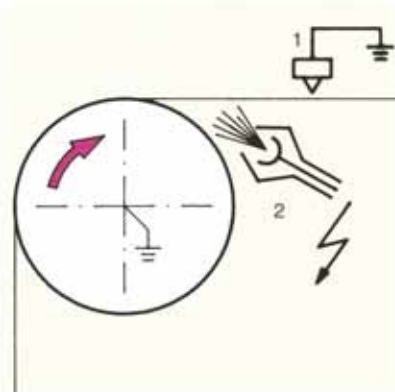


Figure 43: Cylindre et bande protégés contre les charges électrostatiques.

- 1 Chaîne, brosse, bande à pointes d'acier avec mise à la terre.
- 2 Appareil d'ionisation à haute tension avec buse d'insufflation d'air.

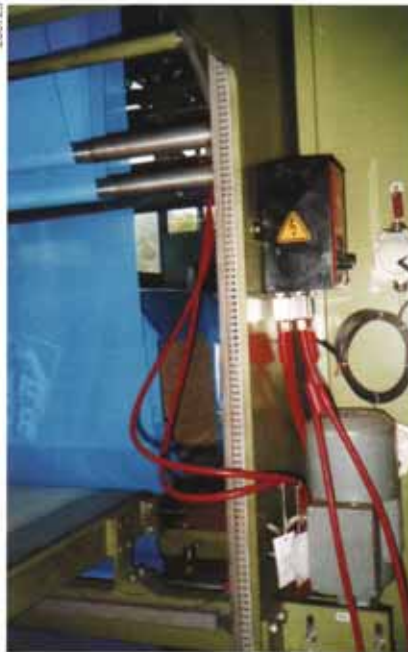


Figure 44: Machine à emballer dans une entreprise de fabrication de laine minérale.

La charge d'électricité statique sur les cylindres et les feuilles minces en matières plastiques est éliminée par un appareil d'ionisation à haute tension avec buse d'insufflation d'air.

6.6 Protection contre le bruit

Moyens d'atténuation du bruit au poste de travail :

- séparation du poste de travail et de la source de bruit (p. ex. mécanismes d'entraînement placés dans un local séparé, poste de commande insonorisé)
- blindage insonorisant du poste de travail/du pupitre de commandes et de la source de bruit
- capotage insonorisant de la machine/des mécanismes d'entraînement
- mesures de protection acoustique de locaux.

Si le niveau de la charge sonore (L_{eq}) au poste de travail excède 85 dB(A), l'employeur devra fournir des équipements de protection individuelle. Le port de ces équipements de protection individuelle sera rendu obligatoire si le niveau de la charge sonore atteint ou dépasse 88 dB(A). Les zones dans lesquelles le port de ces équipements s'impose devront être signalisées par les panneaux appropriés (cf. point 7.1).



7 Signalisation des dangers (systèmes d'avertissement)

Il est impératif de signaler des dangers lorsque

- les dangers ne peuvent être éliminés ou évités
- des risques résiduels subsistent malgré toutes les mesures prises
- les dangers se trouvent dans des zones non visibles
- les dangers ne sont pas clairement reconnus comme tels.

7.1 Signalisation de sécurité

Il faut signaler les risques avec des cylindres au moyen des signes d'avertissement et d'obligation adéquats.

Les signaux **d'avertissement** sont les suivants :



Figure 45: Mise en garde contre les zones d'entraînement, réf. 1729/67.



Figure 46: Mise en garde contre les risques résiduels dans les zones d'entraînement protégées accessibles (signal d'avertissement, réf. 1729/33, signal supplémentaire, réf. 1729/71.f).



Figure 47: Mise en garde contre le danger d'entraînement lorsque les protecteurs fixes doivent être enlevés pour effectuer des travaux de maintenance (signal d'avertissement, réf. 1729/33, signal supplémentaire, réf. 1729/39.f).



Figure 48: Mise en garde contre le franchissement de cylindres et de rouleaux, réf. 1729/70.



Figure 49: Mise en garde contre des surfaces chaudes, réf. 1729/68.



Figure 50: Mise en garde contre une tension électrique dangereuse, réf. 1729/69.

Les zones dans lesquelles le port des équipements de protection individuelle s'impose peuvent être signalées par les

signaux d'obligation

suivants :



Protection oculaire obligatoire
(réf. 1729/2)



Protecteur d'ouïe obligatoire
(réf. 1729/5)



Porter des gants de protection
(réf. 1729/40)



Porter des chaussures de sécurité
(réf. 1729/41)

7.2 Couleurs des dispositifs de sécurité

- Barres de protection
Les barres de protection placées au niveau des zones d'engagement des cylindres doivent dans la mesure du possible être marquées en jaune.
- Listes sensibles/barres sensibles
Les listes et barres sensibles à fonction de dispositif d'arrêt d'urgence doivent être marquées en rouge ou en rouge et blanc.

7.3 Signaux et dispositifs d'avertissement

Les cylindres pourront être équipés de signaux optiques (feux clignotants) et de signaux acoustiques (sirènes) pour signaler les dangers.

Ces signaux devront être

- émis devant les zones dangereuses
- non équivoques
- perceptibles et se distinguer nettement de tous les autres signaux
- facilement reconnaissables par l'utilisateur.

Les dispositifs d'avertissement devront être conçus et disposés de telle sorte que leur efficacité puisse être vérifiée aisément.

8 Règles importantes pour les utilisateurs

- Ne jamais exécuter de travaux dans des conditions de service normal et particulier sans recourir aux dispositifs de protection existants.
- Porter les équipements de protection individuelle en présence de dangers.
- S'assurer que le mouvement des cylindres actionné par commande par à-coups (conditions de service particulier) ne constitue un danger pour l'utilisateur ou d'autres personnes.
- Contrôler périodiquement les dispositifs de protection et vérifier surtout l'efficacité des dispositifs d'arrêt d'urgence.
- Ne jamais effectuer de travaux de maintenance sans actionner au préalable le dispositif de déclenchement de sécurité et de l'assurer contre un réenclenchement au moyen d'un cadenas personnel.

