

# Identifier les angles rentrants sur les machines et s'en protéger

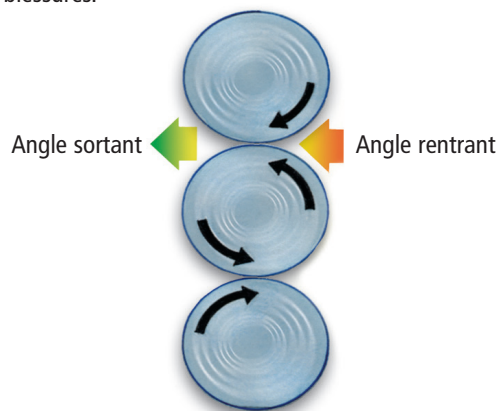
Les machines en milieu industriel sont composées de nombreuses pièces en mouvement tels que des rouleaux, des courroies d'entraînement, des chaînes, qui peuvent créer des angles rentrants. L'accès à ces angles rentrants peut entraîner les doigts, la main ou le bras et les écraser. Il est parfois difficile en observant les multiples composantes d'une machine ou d'un équipement de repérer les angles rentrants. Apprendre à les identifier est essentiel pour pouvoir les sécuriser et ainsi éviter de graves blessures.



## QU'EST-CE QU'UN ANGLE RENTRANT?

Les angles rentrants sont des zones dangereuses dans lesquelles les parties du corps peuvent être entraînées ou écrasées. Un angle rentrant est dangereux s'il y a :

- des pièces mobiles ;
- un phénomène d'entraînement vers les pièces mobiles ;
- la possibilité d'accéder à une zone où le rétrécissement est suffisant pour provoquer des blessures.



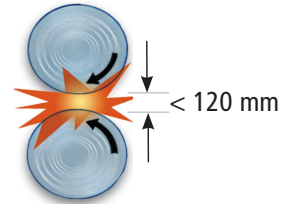
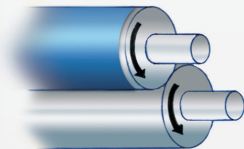
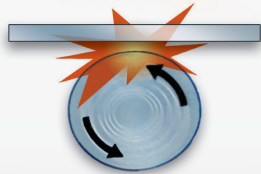
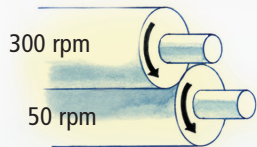
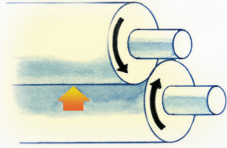
Quant à l'angle sortant, il est préoccupant lorsque la machine peut être mise en marche arrière car il devient alors un angle rentrant.

Plusieurs facteurs peuvent influencer le risque d'entraînement et d'écrasement, par exemple :

- l'adhérence de la partie du corps (peau, cheveux, etc.) ou de la partie de vêtement entraînée ;
- la pression exercée par les rouleaux ;
- le diamètre des cylindres (plus il est grand, plus le risque d'écrasement est élevé).

Règle générale, dès que l'on repère une pièce d'équipement en rotation, il faut l'examiner soigneusement pour s'assurer de l'absence d'angles rentrants. Si l'on repère des angles rentrants et qu'il est impossible de les éliminer, il faudra mettre en place des moyens pour empêcher l'accès à ces zones dangereuses.

## EXEMPLES D'ANGLES RENTRANTS FORMÉS PAR DES ROULEAUX OU CYLINDRES



- **Le traditionnel**

Ces rouleaux tournent en sens contraire : l'un vers le bas et l'autre vers le haut. Un risque d'entraînement est ainsi créé vers la ligne de contact des deux rouleaux. On considère que deux rouleaux mécaniquement entraînés et à une distance inférieure à 120 mm forment un angle rentrant (dans le cas où seuls les bras, et non la tête ou les jambes, sont à la portée de la zone dangereuse).

- **Les deux vitesses**

Ces rouleaux tournent dans le même sens mais à des vitesses différentes. À cause de ce phénomène, un risque d'entraînement existe vers la ligne de contact des deux rouleaux.

- **Le solitaire**

Ce rouleau tourne à côté d'une pièce solide et fixe (ex. plaque de métal); on considère qu'un angle rentrant est formé si la distance entre les deux est inférieure à 120 mm. Le mouvement de rotation du rouleau provoque un entraînement vers la ligne de contact formée entre le rouleau et la pièce immobile.

- **L'accrocheur**

Ces rouleaux tournent dans le même sens et à la même vitesse mais chaque surface comporte des propriétés de friction différentes (ex. l'un est recouvert de caoutchouc tandis que l'autre est en aluminium). Ainsi, lors de la rotation des rouleaux, le contact peut être prolongé sur la partie du rouleau dont la surface offre la plus grande friction, ce qui provoque un entraînement vers la ligne de contact des deux rouleaux. Des rouleaux tournant dans le même sens et ayant des diamètres différents présentent également un risque d'entraînement.

- **Autres exemples**

Des chaînes, des roues dentelées, des courroies d'entraînement peuvent aussi former un angle rentrant.



Certains rouleaux offrent une fonction de guide (*guide rollers*) et sont entraînés non pas mécaniquement mais par énergie cinétique (vitesse). Le diamètre du rouleau, sa vitesse, son inertie et la nature du matériel entraîné devront être pris en compte lors de l'évaluation du risque.



## COMMENT SE PROTÉGER DES ANGLES RENTRANTS?

### Prévenir à la source

Au niveau de la conception, on peut éliminer les angles rentrants en augmentant la distance entre les rouleaux ou en permettant le dégagement immédiat du rouleau s'il y a un entraînement d'une partie du corps dans la zone de rétrécissement. L'illustration ci-contre montre le premier rouleau qui est escamotable (il peut sortir de son socle facilement).

### Améliorer la prévention technique

Si l'élimination de l'angle rentrant est impossible, on empêche l'accès à la zone dangereuse grâce à des solutions techniques comme les protecteurs et dispositifs de sécurité.

#### • Le protecteur fixe d'angle rentrant

Par son installation permanente, le protecteur fixe bloque l'accès à l'angle rentrant.

Pour être efficace, il doit :

- se prolonger sur toute la longueur du rouleau et ainsi couvrir complètement la ligne de contact ;
- être de matériau rigide (le plexiglas, trop flexible, n'est pas recommandé) ;
- être ajusté et fixé solidement puisqu'il est soumis aux vibrations de la machine ;
- maintenir un écart inférieur à 5 mm pour éviter tout contact avec la zone dangereuse ainsi qu'un angle d'inclinaison supérieur à 90° ;
- éviter les formes (ex.cylindriques) pouvant créer des zones inégales qui maintiendraient un risque d'entraînement (*wedge pocket*) ;
- être exempt d'arêtes vives pouvant blesser le travailleur ;
- être impossible à retirer sans l'usage d'un outil spécial.

#### • Le protecteur mobile muni de dispositifs de sécurité

On peut aussi choisir de prévenir l'accès complet à la zone d'entraînement en installant un protecteur fixe ou un protecteur mobile muni de dispositifs de sécurité.

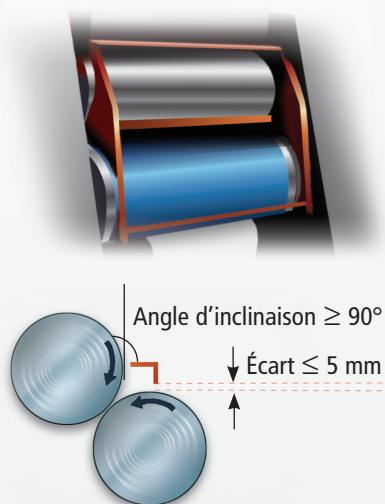
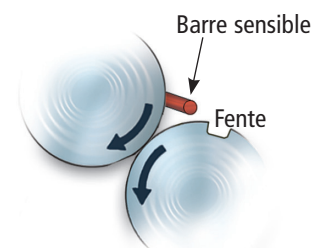
Pour ce type de protection on s'assure que :

- le protecteur (grille, lexan, plexiglas, panneau métallique) isole complètement la zone dangereuse et est solidement fixé ;
- les ouvertures maximales du protecteur rencontrent la norme *CSAZ432-04 Protection des machines* ;
- les dispositifs de sécurité fixés au protecteur sont à ouverture forcée ;
- l'installation du dispositif de sécurité est réalisée selon les règles de l'art (ex. : principe de l'action mécanique positive) ;
- l'ouverture du protecteur provoque l'arrêt des pièces en mouvement ;
- une manoeuvre de réarmement distincte est requise pour redémarrer la machine ;
- l'ouverture et la fermeture du protecteur ne présentent pas une source de risque (ex.tomber ou se coincer).

#### • La barre sensible

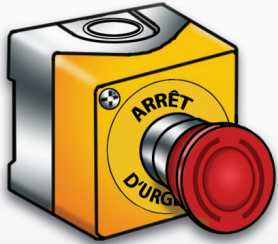
Ce moyen de protection permet, sous la pression de la main ou d'une autre partie du corps, de mettre la machine à l'arrêt avant d'accéder à la zone dangereuse. Pour assurer son bon fonctionnement, la barre de protection d'angle rentrant doit :

- être solidement fixée ;
- être positionnée pour permettre son actionnement avant qu'une partie du corps du travailleur n'entre en contact avec la zone dangereuse ;
- requérir, à la suite de son actionnement, une manoeuvre de réarmement pour redémarrer la machine.



Les protecteurs d'angle rentrant conviennent aux cylindres et aux rouleaux dont la paroi est lisse.

L'écart entre la barre sensible et la surface du cylindre où se retrouve la fente (*gap*) doit être suffisamment petit pour déclencher la barre avant de pouvoir entrer en contact avec la zone dangereuse.



En vertu du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (art. 193), toute machine dont le fonctionnement nécessite la présence d'au moins un travailleur doit être pourvue d'un dispositif d'arrêt d'urgence.

### Ressources utiles :

Sécurité des machines - Prévention des phénomènes dangereux d'origine mécanique - Protecteurs fixes et distances de sécurité, IRSST/CSST, 2008

Norme ANSI B65.1-2011, Safety Standard - Printing Press Systems

## Éviter ou limiter les dommages

Les dispositifs d'arrêt d'urgence fournissent un moyen rapide pour mettre la machine hors fonction dans une situation d'urgence. Puisqu'ils doivent être actionnés par l'opérateur en cas de danger, leur accessibilité est d'une importance capitale. Il existe différents types d'arrêt d'urgence (ex. barre, pédale, corde). Le plus répandu est le bouton.

### • Le bouton d'arrêt d'urgence

Situé à proximité de chaque zone d'intervention dangereuse, le bouton d'arrêt d'urgence doit rencontrer les critères suivants :

- être de type champignon pour être facile à activer ;
- être de couleur rouge sur fond jaune pour être facilement repérable ;
- assurer un arrêt rapide et sécuritaire dès son actionnement (l'actionnement du bouton d'arrêt d'urgence ne doit pas cependant désactiver les fonctions de sécurité jugées importantes) ;
- requérir, à la suite de son actionnement, une manœuvre de réarmement pour redémarrer la machine.

## Intégrer la prévention organisationnelle

Au niveau de l'organisation du travail, on peut :

- Améliorer la visibilité des zones dangereuses par l'ajout d'éclairage ainsi que l'identification et le signalement de tous les angles rentrants (ex. à l'aide de pictogrammes ou d'une couleur contrastante).
- Inspecter régulièrement l'ajustement des protecteurs et le fonctionnement des dispositifs de sécurité et les ajuster au besoin.
- S'assurer d'utiliser des méthodes de travail éprouvées et sécuritaires lors d'interventions près d'angles rentrants (ex. mise en marche par l'utilisation du bouton de commande à action maintenue aussi appelé *jog* ou *inch*).

*Attention : pour être considérée sécuritaire, cette manœuvre doit s'exercer alors que l'opérateur qui intervient en zone dangereuse a le contrôle exclusif et complet de la commande.*

- Appliquer un code vestimentaire qui prévient les risques d'entraînement: cheveux longs attachés, absence de bijoux ou montre, les pans de la chemise à l'intérieur du pantalon, etc.