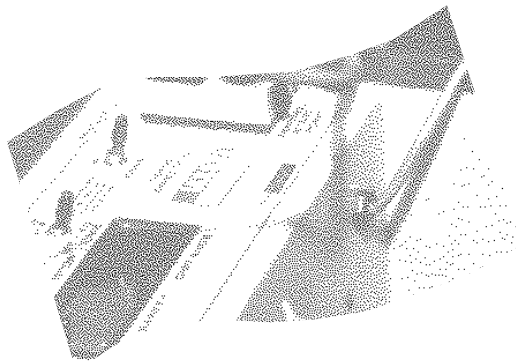


Presse à embrayage à friction - Détermination de l'emplacement des commandes bimanuelles



ÉTUDES ET RECHERCHES

Raymond Bélanger
Serge Massé
Réal Bourbonnière
Chantal Tellier
Christian Sirard

RG-100

RAPPORT





Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES *travaillent pour vous !*

MISSION

- ▶ Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.
- ▶ Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.
- ▶ Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

POUR EN SAVOIR PLUS...

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour.
De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.
www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CSST.

Abonnement : 1-817-221-7046

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1551
Télécopieur : (514) 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca

© Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail,
juin 1995.

Presse à embrayage à friction - Détermination de l'emplacement des commandes bimanuelles

Raymond Bélanger, Serge Massé, Réal Bourbonnière,
Chantal Tellier et Christian Sirard
Programme sécurité-ingénierie, IRSST

ÉTUDES ET
RECHERCHES

RAPPORT

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca



Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

**Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.**

AVERTISSEMENT

Le présent guide technique a pour objet de faciliter le choix de l'emplacement des commandes bimanuelles sur une presse munie d'un embrayage à friction.

Les commandes bimanuelles sont utilisées dans le but de favoriser une plus grande sécurité d'opération des presses à métaux en obligeant l'usage des deux mains pour activer la commande et en éloignant les éléments de commande de la zone de façonnage du métal, laquelle constitue la *zone dangereuse* de la machine.

Il importe toutefois de bien comprendre que le mode de protection par éloignement des commandes de la zone dangereuse de la presse ne constitue pas, à lui seul, une garantie de sécurité pour l'opérateur.

En effet, ce mode de protection n'empêche nullement l'accès physique à la zone dangereuse advenant, par exemple, une modification des paramètres qui ont servi à positionner adéquatement les commandes bimanuelles; il en est de même dans le cas d'une défaillance d'un élément mécanique de la presse (par exemple, les freins) ou des commandes elles-mêmes. Enfin, il ne protège pas, non plus, contre la répétition du cycle de la presse.

AVANT PROPOS

Le présent guide vise à améliorer les conditions de confort et de sécurité des opérateurs de presses à métaux utilisant une commande bimanuelle. Il a été réalisé en tenant compte des besoins des divers intervenants en santé et en sécurité du travail (SST) dans le domaine des presses à métaux. Ce guide s'adresse donc, en particulier, aux personnes suivantes : les responsables de la SST des entreprises utilisant des presses à métaux; les réglEURS et les mécaniciens de presses à métaux; les intervenants et conseillers des ASP; les inspecteurs de la CSST; les fournisseurs et fabricants de presses à métaux et de commandes bimanuelles.

En ce qui concerne les commandes bimanuelles, la norme canadienne sur les presses à métaux CAN/CSA-Z142-M90, à l'article 9.5.1. a) exige que « *l'opérateur utilise **simultanément** ses deux mains pour déclencher un coup de presse* ». La notion de simultanéité à laquelle on réfère ici implique que les deux mains doivent se trouver en même temps sur les boutons pour que la commande de marche soit transmise à la presse. Elle ne précise cependant aucun délai entre le début de l'actionnement de chaque bouton ce qui, dès lors, n'implique pas que l'actionnement des boutons soit lui-même simultané. Pour corriger les conséquences possibles de cette implication, soit le blocage d'un des boutons en position « marche » de façon à pouvoir commander la presse d'une seule main, l'article 9.5.3. exige que le système de commande comporte « *un dispositif anti-répéteur, c'est-à-dire que les manettes doivent nécessiter le retrait des deux mains de l'opérateur avant qu'un coup de presse ne soit déclenché (...)* ». Cette réinitialisation des commandes élimine, à toutes fins pratiques, la motivation de bloquer un des boutons de façon à commander la presse d'une seule main. Cependant, le risque reste entier pour le PREMIER cycle.

Ce problème a été pris en compte dans la norme européenne EN 574-1996, sous la rubrique 5.7. *Manœuvre synchrone*, en particulier dans les deux sous-articles suivant :

- 5.7.1 *Un signal de sortie ne doit être engendré que lorsque les deux organes de service sont manœuvrés dans un délai inférieur à 0,5 s.*
- 5.7.3 *Si les deux organes de service ne sont pas manœuvrés de façon synchrone, le signal de sortie ne doit pas être émis et il doit alors être nécessaire de relâcher les deux organes de service et de réitérer les deux signaux d'entrée.*

C'est l'approche que nous préconisons. Nous ne considérerons donc, dans le présent guide, que des commandes bimanuelles à action synchrone.

Quant à l'emplacement des commandes sur la presse, la norme canadienne CAN/CSA-Z142-M90 est pratiquement silencieuse sur ce point. Seule l'article 9.5.4 en fait mention, mais de façon incomplète, soit :

9.5.4 L'emplacement des manettes ou leur protection doit être telle que l'opérateur ne puisse pas les manœuvrer par inadvertance, d'une seule main ou par une autre partie du corps.

Il est important de noter, également, que la norme canadienne ne mentionne aucune distance pour l'emplacement des commandes bimanuelles, laissant ainsi la possibilité à un positionnement inadéquat, générateur de risques.

Les autres normes — telle la norme américaine ANSI B11.1 et la norme européenne EN 692 — mentionnent des distances pour toutes les vitesses de machine mais sont très conservatrices sur la vitesse des mains à utiliser comme base de calcul. De plus, tout comme la norme canadienne, aucune ne propose ni ne mentionne une méthode pour mesurer ces distances de *sécurité*. D'où le présent document, dont le but est de faciliter la détermination de l'emplacement des commandes bimanuelles sur une presse à friction, de façon à promouvoir une plus grande sécurité d'opération.

Enfin, tel que mentionné précédemment, puisque la distance des commandes par rapport à la zone dangereuse ne peut, seule, assurer la sécurité des travailleurs, nous utiliserons plutôt que *distance de sécurité*, l'expression *distance de positionnement* (des commandes).

Table des matières

	Page
AVERTISSEMENT	i
AVANT PROPOS	ii
DÉTERMINATION DE L'EMPLACEMENT DES COMMANDES BIMANUELLES SUR UNE PRESSE À FRICTION	1
1. EMLACEMENT DES COMMANDES BIMANUELLES : PARAMÈTRES À PRENDRE EN COMPTE	2
1.1. VITESSE DE LA MAIN DE L'OPÉRATEUR (EN MÈTRES/SECONDE)	2
1.2. TEMPS D'ARRÊT DU COULISSEAU (EN MILLISECONDES)	3
1.3. TEMPS DE FERMETURE DE LA ZONE DANGEREUSE (EN MILLISECONDES)	4
2. CALCUL DE LA DISTANCE DE POSITIONNEMENT DES COMMANDES (Dp)	4
2.1. CALCUL DE LA DISTANCE DE POSITIONNEMENT (Dp) BASÉE SUR L'ARRÊT DU COULISSEAU	5
2.2. CALCUL DE LA DISTANCE DE POSITIONNEMENT (Dp) DES COMMANDES BASÉE SUR LA FERMETURE DE LA ZONE DANGEREUSE	6
3. GRAPHIQUE D'EMPLACEMENT DES COMMANDES BIMANUELLES	7
3.1. EMLACEMENT DES COMMANDES BIMANUELLES BASÉ SUR LE TEMPS D'ARRÊT OU LE TEMPS DE FERMETURE DU COULISSEAU	7
3.1.1. Exemples d'utilisation du graphique 1	8
4. MÉTHODE DE MESURE DE LA DISTANCE DE POSITIONNEMENT DES COMMANDES (Dp)	9
5. PARAMÈTRES D'UNE ENTRAIVE POUR LES COMMANDES BIMANUELLES	10
ANNEXE 1	11

DÉTERMINATION DE L'EMPLACEMENT DES COMMANDES BIMANUELLES SUR UNE PRESSE À FRICTION

La sécurité d'opération d'une presse à friction dépend d'un grand nombre de facteurs, la plupart étant intrinsèques à la machine, tels l'état des freins, la présence d'une vanne double-corps, etc. Un des moyens préconisés pour réduire les risques dus à l'opération consiste à éloigner le poste de commande de la zone dangereuse¹ et à obliger l'opérateur à se servir simultanément de ses deux mains pour commander le cycle de la presse. À cette fin, des commandes bimanuelles sont utilisées pour actionner le démarrage du cycle. Comme son nom l'indique, ce type d'interface comporte deux éléments de commande, lesquels sont généralement constitués par des boutons à action mécanique². Ces commandes doivent être du type synchrone, c'est-à-dire, que les deux boutons doivent être actionnés simultanément, dans un très court délai, pour que la commande de démarrage du cycle soit acceptée (au besoin, revoir l'AVANT-PROPOS à ce sujet). Dans le cas d'une presse à friction, les commandes bimanuelles peuvent être du type maintenu ou déclencheur.

Lorsqu'elles sont du type maintenu, elles doivent être maintenues enfoncées tant que le coulisseau n'a pas atteint le bas de sa course. Lorsqu'elles sont du type déclencheur, elles servent alors uniquement à déclencher le cycle et ne commandent pas l'arrêt lorsqu'elles sont relâchées.

Ces commandes doivent être placées à une distance suffisamment grande de façon à ce que si, après avoir commandé le démarrage du cycle, l'opérateur enlève subitement ses mains des boutons de commande pour les diriger vers la zone dangereuse, le coulisseau ait eu le temps de s'arrêter (mode maintenu) ou d'atteindre le bas de sa course (mode déclencheur). On conçoit que les commandes devraient alors être placées d'autant plus loin de la zone de façonnage que la vitesse des mains de l'opérateur est élevée, que l'état des freins est douteux ou que la cadence de la presse est lente.

Ainsi, l'emplacement des commandes bimanuelles sur une presse à friction dépend essentiellement de 3 paramètres : la vitesse de la main de l'opérateur, le temps d'arrêt du coulisseau et le temps de fermeture de la zone dangereuse par le coulisseau.

1 La zone dangereuse d'une presse à métaux est la zone de façonnage du métal située sous le coulisseau, entre les matrices. Cette zone est caractérisée par la présence d'un ou de plusieurs points de pincement potentiels pouvant générer des blessures aux travailleurs.

2 On trouve également des commandes bimanuelles de type capacitif, qui sont activées par un simple effleurement de la commande par la main, ainsi que des commandes de type lumineux (en lumière visible ou infrarouge), lesquelles sont activées par le passage de la main dans la trajectoire du faisceau lumineux.

1. EMPLACEMENT DES COMMANDES BIMANUELLES : PARAMÈTRES À PRENDRE EN COMPTE

1.1. Vitesse de la main de l'opérateur (en mètres/seconde)

La vitesse de la main de l'opérateur d'une presse à métaux est fortement liée à l'emplacement des commandes bimanuelles sur la presse. Cet emplacement détermine la trajectoire de la main de l'opérateur ainsi que la vitesse que peut atteindre sa main, en particulier dans les cas problématiques d'une situation de récupération d'incident, communément appelé *after reach*, dans le métier. Cette situation implique un déplacement soudain, et généralement très rapide, des mains de l'opérateur vers la zone dangereuse dans le but, par exemple, de rectifier le positionnement d'une pièce mal placée entre les matrices, avant son façonnage.

Trois possibilités ont été retenues :

- 1° Les commandes sont placées sur le devant de la presse, à un niveau inférieur au tablier et parallèlement à ce dernier.

Cet emplacement détermine la vitesse la plus lente des mains parce qu'il implique un mouvement vers le haut des bras et des mains, c'est-à-dire, un mouvement s'exerçant contre la force gravitationnelle.

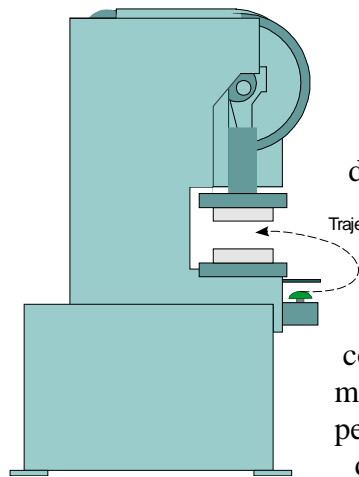


Figure 1

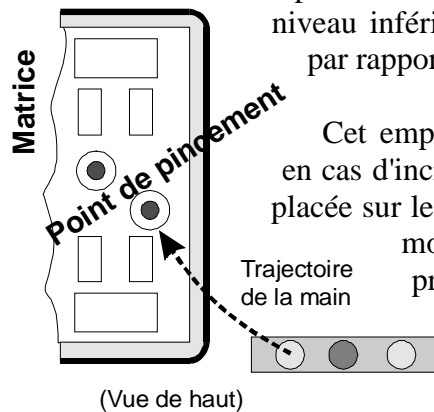
Dans le cas où, selon les caractéristiques de la presse, la longueur acceptable de la trajectoire se traduit par un emplacement irréalisable des commandes, l'ajout d'une entrave au mouvement des mains — par exemple, une plaque placée au-dessus des boutons de commandes, tel qu'illustré à la figure 1, ci-contre — peut alors s'avérer une solution possible. Une telle entrave, de largeur suffisante pour empêcher d'avoir accès aux boutons par le côté (voir section 5, page 10), a alors pour but d'obliger un premier mouvement des mains vers l'arrière ce qui, en plus d'allonger quelque peu la trajectoire, ralentit la vitesse moyenne des mains durant leur déplacement.

Bien que présentant un compromis acceptable au niveau de la sécurité, cette solution est toutefois peu recommandable du point de vue ergonomique et doit donc être évitée, dans la mesure du possible.

- 2° Les commandes sont placées sur le devant de la presse, à un niveau supérieur au coulisseau et parallèlement à ce dernier.

Cet emplacement détermine une vitesse potentiellement plus élevée des mains que l'emplacement précédent parce qu'il implique un mouvement vers le bas des bras et des mains. Un tel mouvement bénéficie donc de la force gravitationnelle plutôt que d'avoir à la vaincre.

- 3° Les commandes sont placées sur un support mobile ou fixe, à l'avant de la presse, à un niveau inférieur ou égal au tablier et généralement perpendiculaire par rapport à ce dernier.



(Vue de haut)

Cet emplacement (illustré par la figure 2, ci-contre) détermine, en cas d'incident, une vitesse potentiellement très élevée de la main placée sur le bouton le plus près de la machine parce qu'il permet un mouvement latéral pouvant ne faire intervenir, pratiquement, que l'avant-bras et la main. Une étude française de l'I.N.R.S.³ a d'ailleurs montré que, selon cette trajectoire, la main d'un opérateur pouvait atteindre une vitesse de plus de 6,0 m/s.

Figure 2

1.2. Temps d'arrêt du coulisseau (en millisecondes)

Le temps d'arrêt du coulisseau T_a (arrêt commandé par le relâchement d'un des boutons de la commande bimanuelle de type *maintenu*) dépend, pour sa part, des paramètres suivants :

- T_{m_a} : temps mis par les composantes mécaniques, incluant les vannes à air, pour assurer l'arrêt;
- T_{tr_a} : temps mis par les composantes électriques pour transmettre la commande d'arrêt;
- T_{b_a} : temps de réaction de la commande bimanuelle pour commander l'arrêt.

D'où

$$T_a = T_{m_a} + T_{tr_a} + T_{b_a} \quad (1)$$

3 LIEVIN, D., KRAWSKY, G., MOUGEOT, B., SCHOULLER, J.F., *La sécurité dans un système opérateur-presse : étude du temps d'accès des mains à la zone dangereuse*, I.N.R.S., Vandoeuvre, France, Rapport N° 025/RE, Sept. 1973, 30 p.

1.3. Temps de fermeture de la zone dangereuse (en millisecondes)

Le temps de fermeture ⁴ de la zone dangereuse **T_f** dépend de quatre paramètres :

k : facteur multiplicateur du temps du cycle (**T_c**), développé dans le cadre des presses mécanique à embrayage positif, dit *embrayage à tour complet*; il est égal à $(\frac{1}{2} + 1/N_p)$, où $\frac{1}{2}$ représente la demi-trajectoire du coulisseau et **N_p** le nombre de points d'engagement de l'embrayage. Pour une presse à friction, ce nombre de points est considéré infini, d'où $1/N_p = 0$. Ainsi, **k** est égal à $\frac{1}{2}$ cycle.

T_c : temps d'un cycle complet du coulisseau; ce temps, en millisecondes est égal à $60 \times 1\,000/C$, où **C** représente la cadence de la presse, en nombre de cycles par minute. Ainsi, **T_c** = $60\,000/C$ et **kT_c** = $30\,000/C$.

T_{m_f} : temps mis par les composantes mécaniques, incluant les vannes à air, pour assurer la fermeture;

T_{tr_f} : temps mis par les composantes électriques pour transmettre la commande de démarrage du cycle;

T_{b_f} : temps de réaction de la commande bimanuelle pour commander le cycle.

D'où
$$\mathbf{T_f = 30\,000/C + (T_{m_f} + T_{tr_f} + T_{b_f})} \quad (2)$$

2. CALCUL DE LA DISTANCE DE POSITIONNEMENT DES COMMANDES (**D_p**)

Tel que mentionné précédemment, sur une presse à friction la sécurité par éloignement des commandes est basée soit sur l'arrêt du coulisseau, soit sur la fermeture de la zone dangereuse par le coulisseau lorsqu'il atteint le bas de sa course. Il en résulte ainsi deux façons, respectivement basées sur le temps d'arrêt du coulisseau ou sur son temps de fermeture, de déterminer, par calcul, la *distance de positionnement* **D_p** des commandes.

Puisque les normes sont silencieuses sur la signification de cette distance — qui détermine l'emplacement des commandes bimanuelles — nous l'avons assimilée, par soucis de sécurité, à la longueur de la trajectoire parcourue par les mains de l'opérateur. La méthode de mesure de cette distance est expliquée à la section 4, page 9.

4 Ce qui équivaut, donc, au temps requis pour amener le coulisseau au bas de sa course

2.1. Calcul de la distance de positionnement (D_p) basée sur l'arrêt du coulisseau

Lorsque basée sur l'arrêt du coulisseau, la détermination de la *distance de positionnement* D_p des commandes se calcule à partir du temps d'arrêt du coulisseau T_a , tel que défini à l'équation (1) et à partir de la *vitesse de la main* V_m de l'opérateur, qui peut varier de 1,6 m/s⁵ à 6,0 m/s, tel que démontré par l'étude de l'I.N.R.S., citée précédemment.

Soit
$$D_p = V_m \times (T_{m_a} + T_{tr_a} + T_{b_a}) \quad (3)$$

Le temps d'arrêt T_a , c'est-à-dire la valeur globale des paramètres T_{m_a} (temps d'activation des composantes mécaniques de la presse pour assurer l'arrêt); T_{tr_a} (temps de transmission de la commande d'arrêt) et T_{b_a} (temps de réaction de la commande bimanuelle pour commander l'arrêt), est mesuré à l'aide d'un appareil prévu à cet effet.

Par ailleurs, lorsque la commande bimanuelle est déjà installée sur la presse, la distance de positionnement des commandes D_p peut alors être mesurée, tel qu'indiqué à la section 4, page 9. Une simple modification de l'équation (3) permet de déterminer, par calcul, la vitesse maximale de la main V_m , permise dans ces circonstances.

Soit
$$V_m = D_p \mid (T_{m_a} + T_{tr_a} + T_{b_a}) \quad (4)$$

5 La vitesse de 1,6 m/s a été déterminé par I.O. LÖBL, lors d'une étude effectuée en 1935. C'est la valeur retenue par la norme américaine ANSI (la norme canadienne n'en a, jusqu'à maintenant, retenu aucune).

2.2. Calcul de la distance de positionnement (D_p) des commandes basée sur la fermeture de la zone dangereuse

Lorsque basée sur la fermeture de la zone dangereuse par le coulisseau, la détermination de la *distance de positionnement* des commandes D_p se calcule à partir du temps de fermeture du coulisseau T_f , tel que défini à l'équation (2), et à partir de la *vitesse de la main* V_m , qui peut varier de 1,6 m/s à 6,0 m/s. Comme pour le temps d'arrêt, le temps de fermeture est mesuré à l'aide de l'appareil mentionné précédemment.

Soit
$$D_p = V_m \times [(30\ 000 \mid C) + (T_{m_f} + T_{tr_f} + T_{b_f})] \quad (5)$$

Tel que mentionné dans la section précédente, lorsque la commande bimanuelle est déjà installée sur la presse, la *distance de positionnement* des commandes D_p peut alors être mesurée, tel qu'indiqué à la section 4, page 9. Une simple modification de l'équation (5) permet alors de déterminer la vitesse maximale de la main V_m , permise dans ces circonstances.

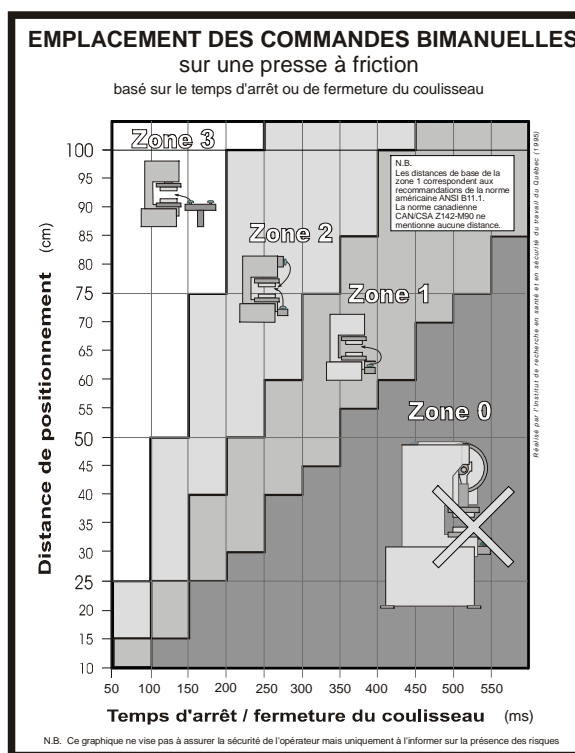
Soit
$$V_m = D_p \mid [(30\ 000 \mid C) + (T_{m_f} + T_{tr_f} + T_{b_f})] \quad (6)$$

3. GRAPHIQUE D'EMPLACEMENT DES COMMANDES BIMANUELLES

Dans le but de simplifier le choix d'un emplacement des commandes bimanuelles pouvant favoriser une plus grande sécurité d'opération des presses à friction, un graphique a été élaboré à partir des formules de calculs vues précédemment. Avec un peu de pratique, ce graphique est facile à consulter et à utiliser directement, sans calculs préalables. Il permet de déterminer l'emplacement optimal des commandes bimanuelles en fonction du degré de sécurité potentielle visée. Inversement, il permet, une fois l'emplacement des commandes bimanuelles déterminé, d'illustrer les zones de sécurité auxquelles on peut s'attendre tant que les paramètres utilisés dans les calculs — temps d'arrêt, pour une commande de type *maintenu* ou temps de fermeture du coulisseau lorsqu'il atteint le bas de sa course, pour une commande de type *déclencheur* — demeurent inchangés.

3.1. Emplacement des commandes bimanuelles basé sur le temps d'arrêt ou le temps de fermeture du coulisseau

Le graphique 1, *Emplacement des commandes bimanuelles sur une presse à friction, basé sur le temps d'arrêt ou de fermeture du coulisseau*⁶, ci-contre, présente quatre zones déterminées à partir des combinaisons possibles de vitesses de main de l'opérateur et de temps d'arrêt ou de fermeture du coulisseau (un graphique pleine page est également présenté à l'annexe 1). La zone n° 0 illustre une situation dans laquelle aucun emplacement des commandes bimanuelles n'est acceptable comme moyen de prévention. Les trois autres zones, les zones n° 1, 2 et 3, réfèrent respectivement à des emplacements des commandes bimanuelles qui déterminent des vitesses de main de plus en plus rapides. En conséquence, ces zones correspondent à des distances de positionnement de plus en plus grandes, pour un même temps d'arrêt ou de fermeture du coulisseau. La frontière entre les zones n° 0 et n° 1 correspond aux prescriptions de la norme américaine ANSI, soit une vitesse de main de 1,6 m/s. La norme canadienne CAN/CSA-Z142-M90 sur les presses à métaux n'en mentionne aucune.



Graphique 1

6 Des graphiques couleurs sont également disponibles et peuvent être obtenus en s'adressant à l'IRSST, au 505 boulevard de Maisonneuve Ouest, Montréal (Qc) H3A 3C2

La rapidité de déplacement possible des mains a été déterminée en fonction de la trajectoire parcourue. La zone n° 1 réfère à un emplacement de la commande sur le devant de la machine, à un niveau inférieur à celui du tablier. De plus, les boutons de la commande bimanuelle sont recouverts d'une entrave qui, en plus d'allonger la trajectoire des mains de l'opérateur, a pour principale fonction de ralentir sa vitesse moyenne de parcours en nécessitant un mouvement initial des mains vers l'arrière (les paramètres à considérer pour l'obtention d'une entrave de dimensions adéquates sont précisés à la section 5, page 10). La zone n° 2 réfère au positionnement des commandes bimanuelles au-dessus du coulisseau de même qu'à l'emplacement de la zone n°1 mais sans entrave au-dessus des boutons. Ces emplacements rendent possibles des vitesses de mains supérieures à celles de la zone n° 1 et impliquent donc une distance de positionnement plus grande des commandes. La zone n° 3 réfère à des commandes bimanuelles fixées à un support situé à l'avant de la presse et placé à angle droit par rapport à celle-ci. Ce dernier emplacement (voir figure 2, page 3) rend possible la vitesse la plus grande de la main pour atteindre la zone dangereuse, d'où un accroissement important du risque d'accident. Ces divers emplacements sont clairement illustrés sur le graphique.

Enfin, lorsque les circonstances le permettent, une plus grande marge de sécurité peut être obtenue en augmentant la distance de positionnement des commandes en autant, bien entendu, que l'emplacement des commandes ainsi déterminé soit conforme à la distance d'atteinte des opérateurs.

3.1.1. Exemples d'utilisation du graphique 1

Deux exemples aideront à comprendre le mode d'utilisation du graphique 1, page 7.

Exemple 1

Considérons, comme premier exercice, une presse à friction dont le temps d'arrêt du coulisseau (tel que défini à l'équation 1, page 3) est de 150 millisecondes ($T_a = 150$ ms) et dont l'emplacement des commandes bimanuelles, de type *maintenu*, n'est pas encore déterminé.

Le graphique montre que, pour répondre aux caractéristiques inhérentes à la zone n° 3, c'est-à-dire, pour installer les commandes bimanuelles sur un support placé à angle par rapport à la machine, (tel qu'illustré sur le graphique 1, page 7 et à la figure 2, page 3), la distance de positionnement des commandes **D_p** devrait alors être égale ou supérieure à 75 cm. D'autre part, avec une distance moindre mais supérieure à 40 cm on aurait le choix de placer les commandes au niveau du tablier de la presse, sans entrave au-dessus des boutons, ou au-dessus du coulisseau (zone n° 2). Enfin, si les circonstances — les dimensions de la matrice, par exemple — ne permettent d'atteindre qu'une distance de positionnement variant entre 25 et 40 cm, on devra alors placer les commandes bimanuelles tel que spécifié pour la zone n° 1, c'est-à-dire, à un niveau inférieur ou égal à celui du tablier de la presse et recouvertes par une entrave au-dessus des boutons de commandes, tel qu'illustré sur le graphique et à la section 5, page 10. Rappelons

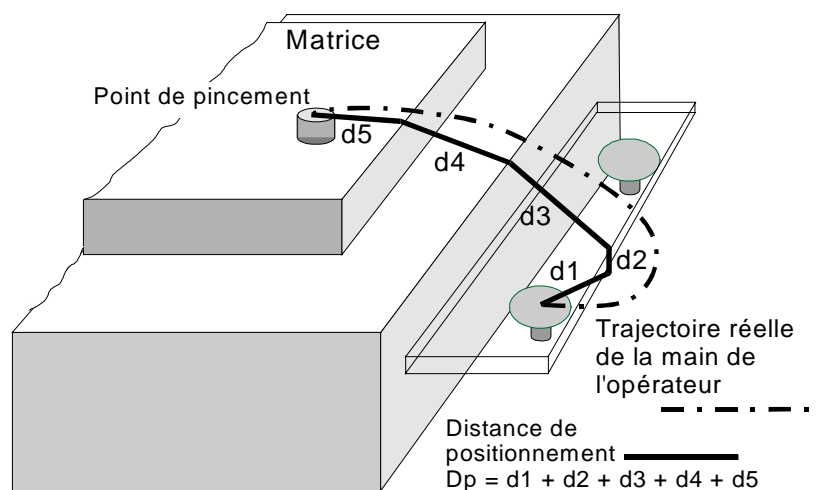
que cette solution doit être évitée, dans la mesure du possible, à cause de l'inconfort qu'elle peut engendrer chez l'opérateur. Enfin, en deçà de 25 cm, aucun emplacement acceptable, basé sur l'arrêt du coulisseau, n'est possible. Des moyens de protection, tel des gardes, devront alors être considérés.

Exemple 2

Dans ce second exercice, considérons que les commandes bimanuelles sont déjà installées sur la presse à friction. Celles-ci sont placées au-dessus du coulisseau, ce qui correspond aux spécificités de la zone n° 2, et la distance de positionnement mesurée par rapport au point de pincement est de 50 cm.

Le graphique 1 de la page 7 montre, dans ce cas, que le temps d'arrêt du coulisseau ne devra jamais excéder 250 ms. Si le temps d'arrêt du coulisseau se situe entre 250 et 350 ms, les commandes devront alors être placées au niveau du tablier (ou plus bas) et recouvertes par une entrave, à moins que la cadence de la presse soit suffisamment élevée pour déterminer un temps de fermeture permettant de laisser les commandes à leur emplacement actuel. Dans ce dernier cas, les commandes bimanuelles devront être du type *déclencheur* pour empêcher l'application du frein si elles sont relâchées.

4. MÉTHODE DE MESURE DE LA DISTANCE DE POSITIONNEMENT DES COMMANDES (DP)



La distance de positionnement des commandes **D_p** est mesurée à l'aide d'un ruban de mesure souple. La mesure est effectuée entre le point de pincement et le dessus du bouton placé le plus près de ce point. Le ruban de mesure suit alors les éléments qu'il contourne tel que, dans l'exemple illustré par la figure 3, la plaque servant d'entrave (au-dessus des boutons de

Figure 3

la commande bimanuelle), le tablier de la presse et la matrice. L'intervalle entre chacun de ces points détermine ainsi un segment de

droite **d_i**. La distance de positionnement des commandes **D_p** est alors égale à la somme des segments de droites.

Notons que, sur la figure, le point de pincement est illustré à l'intérieur de la matrice; dans les faits, c'est généralement le rebord de la matrice qui constitue lui-même le point de pincement le plus proche. Dans ce cas, la mesure est effectuée à partir de ce dernier. Cette distance représente une assez bonne approximation de la trajectoire la plus courte qu'est susceptible d'emprunter la main de l'opérateur lors d'une tentative de récupération d'incident, par exemple, pour rectifier la position d'une pièce mal placée dans la matrice, juste avant son façonnage.

Il est à noter que cette méthode de mesure de la distance de positionnement concourt à accroître la marge de sécurité de l'opérateur dû au fait que la distance mesurée est légèrement plus courte que la trajectoire réelle décrivant le parcours des mains de l'opérateur.

5. PARAMÈTRES D'UNE ENTRAIVE POUR LES COMMANDES BIMANUELLES

La figure 4, ci-contre, montre une commande bimanuelle dont les boutons sont recouverts d'une entrave. Le schéma indique les dimensions à considérer et la façon de les mesurer (par rapport au centre des boutons de commande).

Le but d'une entrave est d'allonger la trajectoire que suivent les mains de l'opérateur pendant leur déplacement entre les boutons de commande et la zone dangereuse. La présence de l'entrave a également pour conséquence de réduire la vitesse moyenne de déplacement des mains. Une telle entrave est requise lorsque l'emplacement des commandes bimanuelles doit être conforme à la zone n° 1, tel qu'indiqué sur le graphique 1.

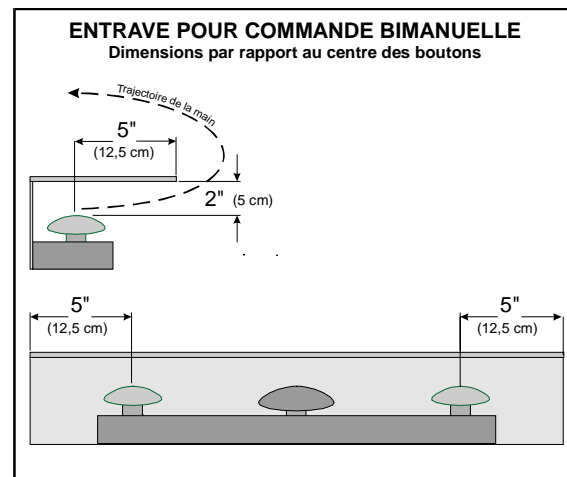
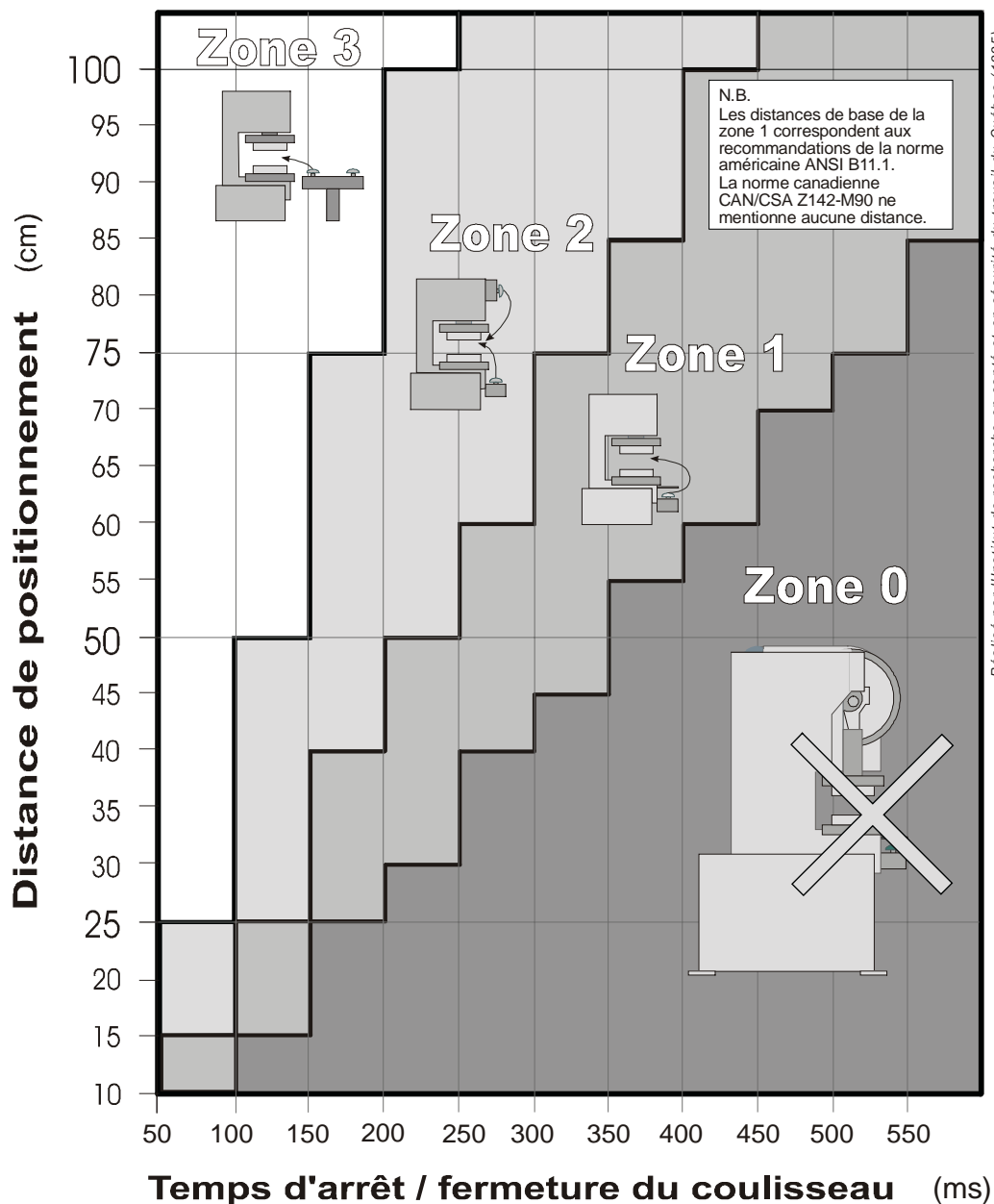


Figure 4

ANNEXE 1

EMPLACEMENT DES COMMANDES BIMANUELLES sur une presse à friction

basé sur le temps d'arrêt ou de fermeture du coulisseau

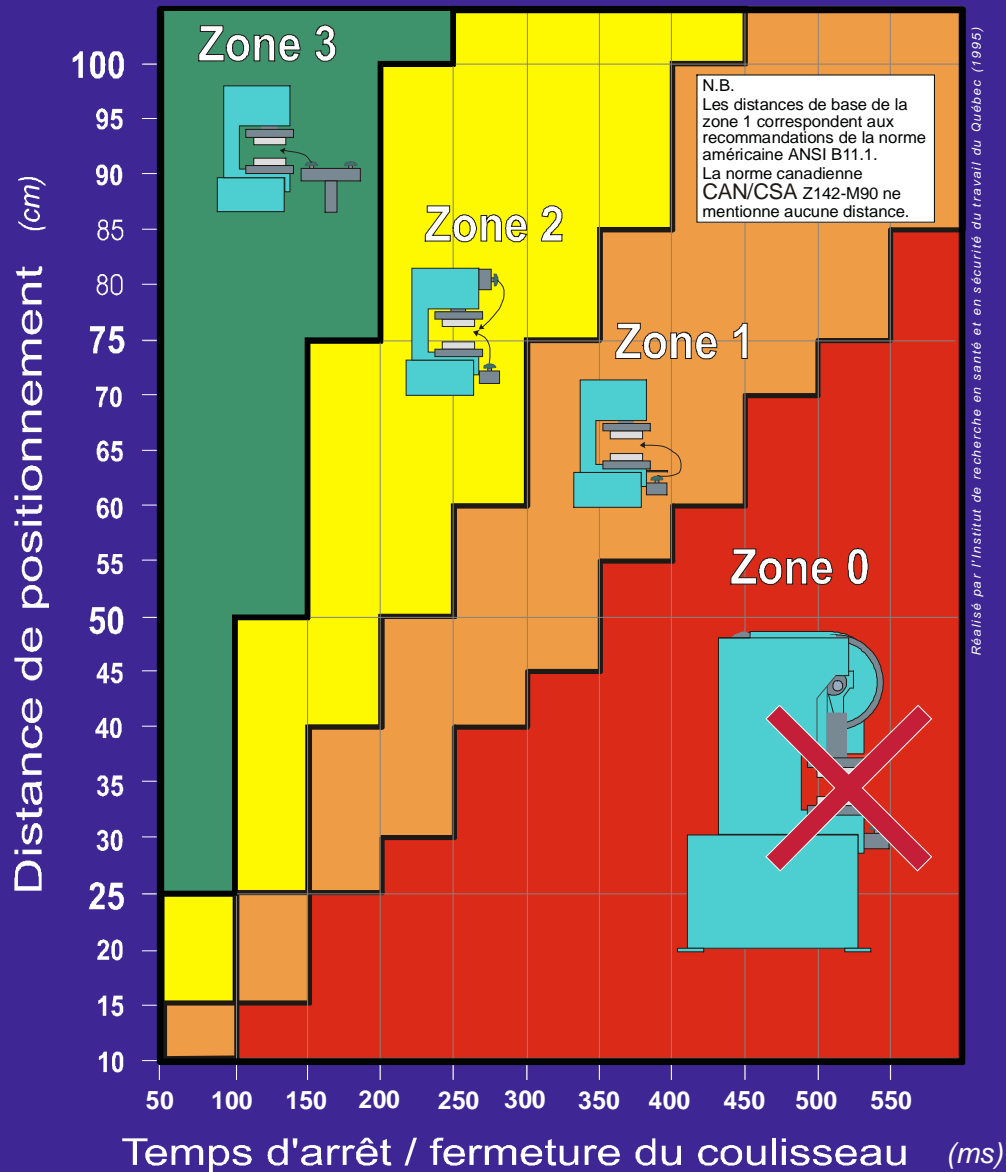


N.B. Ce graphique ne vise pas à assurer la sécurité de l'opérateur mais uniquement à l'informer sur la présence des risques

Réalisé par l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (1995)

EMPLACEMENT DES COMMANDES BIMANUELLES sur une presse à friction

basé sur le temps d'arrêt ou de fermeture du coulisseau



Réalisé par l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (1995)

N.B. Ce graphique ne vise pas à assurer la sécurité de l'opérateur mais uniquement à l'informer sur la présence des risques

EXEMPLES D'UTILISATION DU GRAPHIQUE

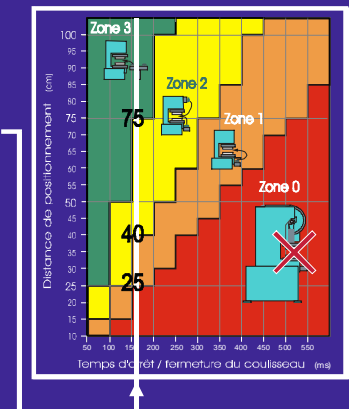
Exemple 1

Temps d'arrêt / fermeture = 160 ms

Emplacement
des
commandes

Distances de
positionnement
admissibles

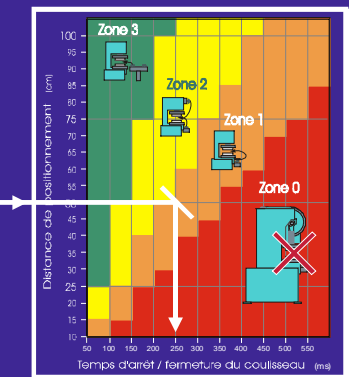
- Zone 1 25 cm et plus
- Zone 2 40 cm et plus
- Zone 3 75 cm et plus



Exemple 2

Commande de type Zone 2 }
Distance mesurée = 50 cm

Temps d'arrêt / fermeture
maximum admissible = 250 ms



Exemple 3

Mesure de la distance de positionnement
des commandes bimanuelles

