

Presses mécaniques
pour le travail à froid des métaux
Amélioration de la sécurité sur les presses
en service dans le cadre de leur rénovation

Spécifications techniques à l'usage des préventeurs et des rénovateurs

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les CRAM-CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'état ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les CRAM. Pour les obtenir, adressez-vous au service prévention de la Caisse régionale ou de la Caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'état. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collègue représentant les employeurs et d'un collègue représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et Caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les Caisses régionales d'assurance maladie et les Caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité.

Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation.

Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.

Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle).

La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de deux ans et d'une amende de 150 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, Paris, 2004. Maquette Michèle Billerey. Illustration de couverture Francis Metzger.

Presses mécaniques
pour le travail à froid des métaux
Amélioration de la sécurité sur les presses
en service dans le cadre de leur rénovation

**Spécifications techniques
à l'usage des préventeurs
et des rénovateurs**

Ont participé à la mise à jour de ce document :

M. LEPAGE,

MM. BERT et BOUCARD (CRAM de Bourgogne et Franche-Comté),

M. DARVES-BORNOZ (CRAM de Rhône-Alpes),

M. GILLOT (CRAM d'Île-de-France),

M. GÉRARDIN (CIMPE),

MM. BAUDOIN, BELLO, BLAISE et LUPIN de l'INRS.

Préambule

Les présentes « *Spécifications techniques à l'usage des préventeurs et des rénovateurs* » constituent le deuxième de trois documents réalisés à l'initiative du GIMEF (*) et de la CNAMTS par un groupe de travail dans lequel étaient représentés, outre ces deux organismes, l'UIMM, le CETIM, les services de prévention des CRAM, l'INRS, des entreprises de rénovation et des entreprises utilisatrices.

Ces spécifications techniques viennent compléter le premier document intitulé « *Guide à l'usage des utilisateurs et des préventeurs* » [1] et sont elles-mêmes complétées par un troisième document spécifique aux presses hydrauliques [2].

Elles sont plus particulièrement destinées aux entreprises spécialisées dans la rénovation des presses, à celles qui rénovent leurs propres presses, et aux préventeurs.

Ce document leur permettra de mettre en œuvre les solutions techniques les mieux adaptées à une meilleure sécurité des intervenants, solutions sélectionnées grâce à l'utilisation du « *Guide à l'usage des utilisateurs et des préventeurs* ». [1]

Ces spécifications techniques visent à s'assurer que les travaux d'amélioration du niveau de sécurité des presses, en particulier ceux qui sont financés dans le cadre des contrats de prévention signés avec les CRAM, sont réalisés selon des règles de l'art élaborées par l'ensemble des acteurs concernés par la sécurité des presses.

En outre, certaines mesures proposées, tout en améliorant le niveau de sécurité des intervenants, et la fiabilité des machines, peuvent permettre aux entreprises d'obtenir des amé-

liorations de la productivité. Elles ne préjugent pas de l'organisation des ateliers.

Bien que les présentes spécifications et les mesures de prévention suggérées dans le guide soient parfaitement en cohérence avec les articles R. 233-15 à R. 233-30 du code du travail, elles n'ont pas pour principal objectif la mise en conformité avec la réglementation. Elles sont plutôt une base de dialogue pour les entreprises utilisatrices et rénovatrices, notamment pour celles qui souhaitent bénéficier de l'aide des CRAM dans le cadre des contrats de prévention.

Ces documents ne revêtent aucun caractère obligatoire. Ils ont été conçus dans un souci d'aider les entreprises et d'apporter aux préventeurs un support technique facilitant l'homogénéité des conseils qu'ils dispensent.

Les entreprises désirant vérifier la conformité de leurs presses à la réglementation peuvent se référer à la note du Ministère du Travail en date du 15 avril 1994 qui donne les prescriptions techniques réglementaires applicables aux presses.

(*) Le GIMEF (Groupement français des industries transformatrices des métaux en feuilles minces) est l'organisation professionnelle représentative :
- des entreprises utilisatrices en découpage-emboutissage, en outillage de presse, en tôlerie fine et en repoussage ;
- des sociétés de rénovation des machines, notamment des presses pour lesquelles une section spécifique a été créée en 1993.

Au travers de ses représentants, entreprises utilisatrices et entreprises de rénovation, le GIMEF a contribué à la création et à l'élaboration du guide et des spécifications de rénovation des presses avec la CNAMTS, les CRAM et l'INRS.

Le GIMEF est à la disposition des entreprises qui souhaiteraient des renseignements complémentaires sur l'offre de service des rénovateurs de presse et l'état de l'art dans ce domaine.

Sommaire

A. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES COMMUNES	6
A.1. LES PROTECTIONS MATÉRIELLES	6
A.1.1 Prescriptions générales	6
A.1.1.1 Accès résiduels	6
A.1.1.2 Les matériaux.....	6
A.1.2 Les protecteurs fixes.....	6
A.1.2.1 Montage	6
A.1.2.2 Manutention	7
A.1.3 Les protecteurs mobiles	7
A.1.3.1 Avec dispositif de verrouillage.....	7
A.1.3.2 Avec dispositif d'interverrouillage	8
A.1.4 Protecteurs réglables.....	9
A.1.5 Les outils fermés	9
A.1.5.1 Conception	9
A.1.5.2 Signalisation	10
A.2. LES DISPOSITIFS DE PROTECTION	10
A.2.1 Les commandes bimanuelles.....	10
A.2.1.1 Le circuit logique	10
A.2.1.2 Implantation des boutons poussoirs d'une commande bimanuelle ..	11
A.2.1.3 Implantation d'une commande bimanuelle	11
A.2.1.4 Cas des presses à plusieurs postes de commande.....	11
A.2.2 Les barrières immatérielles	12
A.2.2.1 Caractéristiques de sécurité apportées par une barrière immatérielle	12
A.2.2.2 Implantation d'une barrière immatérielle.....	12
A.3. LES CIRCUITS DE COMMANDE.....	13
A.3.1 Principe du concept de sécurité positive appliquée aux circuits électriques de commande.....	13
A.3.2 Alimentation électrique et prise en compte des courts-circuits entre les conducteurs actifs et la masse	14
A.3.3 Alimentation pneumatique	15
A.3.4 La fonction de non répétition	15
A.4. AUTRES MESURES DE SÉCURITÉ.....	16
A.4.1 Sélection du mode de marche	16
A.4.2 Dispositifs de retenue mécanique (chandelles, taquets, etc.)	16
A.4.3 Compteur-totalisateur	17
A.4.4 Protection contre les chutes de hauteur.....	17
B. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIÈRES AUX PRESSES À CLAVETTE	18
B.1. ÉCRANS MOBILES AVEC DISPOSITIF D'INTERVERROUILLAGE	18
B.2. RÉGLAGE SANS MOTEUR.....	19

C. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIÈRES AUX PRESSES À EMBRAYAGE À FRICTION	20
C.1. LE SYSTÈME EMBRAYAGE-FREIN.....	20
C.1.1 Principe de sécurité.....	20
C.1.2 Freins de technologie particulière.....	20
C.1.3 Pression d'alimentation en air.....	20
C.2. LES ÉLECTROVANNES ÉLECTROPNEUMATIQUES DE COMMANDE DU SYSTÈME EMBRAYAGE FREIN	21
C.2.1 Généralités	21
C.2.2 Critères de remplacement d'une électrovanne double corps	21
C.2.2.1 Électrovannes double corps à distribution série.....	21
C.2.2.2 Électrovannes double corps à distribution parallèle.....	21
C.2.3 Détermination des électrovannes à double corps de remplacement	21
C.3. CONTRÔLE DE DISCORDANCE DES ÉLECTROVANNES À DOUBLE CORPS.....	22
C.3.1 Caractéristiques des dispositifs de contrôle de discordance à adjoindre	22
C.3.2 Cas des embrayages freins séparés	22
C.3.3 Accessoires liés aux électrovannes à double corps	23
C.3.3.1 Les clapets de décharge rapide.....	23
C.3.3.2 Les silencieux d'échappement	23
C.3.4 Montage des électrovannes.....	23
C.3.5 Systèmes d'embrayage-frein hydrauliques	23
C.4. CONTRÔLE DE POSITION ET DE ROTATION DU VILEBREQUIN	24
C.4.1 Généralités	24
C.4.2 Remontées automatique et inhibition du système de protection.....	24
C.4.3 Arrêt au point mort haut (PMH).....	24
C.4.4 La fonction de non répétition	25
C.4.5 Contrôle de la rotation des cames.....	25
C.4.6 Réglage des cames	25
C.5. PRÉCAUTIONS DE MONTAGE POUR LIMITER LES RISQUES DUS À DES COURTS-CIRCUITS	26
C.6. CONTRÔLE DES PERFORMANCES DE FREINAGE	26
BIBLIOGRAPHIE	27
ANNEXES	28
ANNEXE 1 : Note relative à l'acceptation de certains automates programmables pour gérer des fonctions de sécurité sur machines.....	28
ANNEXE 2 : Rénovation de presses avec automate de sécurité. Recommandation concernant le logiciel de commande. Application à l'automate PILZ	34
ANNEXE 3 : Rénovation de presses avec automate de sécurité PILZ. Recommandations concernant la boîte à cames et le traitement de ses informations	40
ANNEXE 4 : Logiciel applicatif de rénovation de presses. Manuel d'utilisation version 3.3.....	46

A. Prescriptions techniques communes

1. LES PROTECTIONS MATÉRIELLES

1/1 Prescriptions générales

1.1.1 Accès résiduels

Il s'agit de tous les accès à une zone dangereuse, dus, par exemple, à une ouverture pratiquée pour le passage d'une pièce (goulotte, tunnel, fente, etc.) ou pour la surveillance d'un mécanisme de transmission, aux possibilités de passer au-dessus d'une barrière dont la hauteur a été limitée. Bien que la norme NF EN 294 « Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs » [3], ait été prévue pour les concepteurs de machines neuves, elle donne des renseignements utiles, pour la réalisation d'un protecteur neuf, quant aux distances à prendre en compte, en fonction des ouvertures résiduelles, pour qu'un opérateur ne puisse pas atteindre les zones dangereuses. Ceci ne signifie pas que tous les protecteurs qui s'écartent de la norme en question sont à remplacer.

1.1.2 Les matériaux

Le choix des matériaux destinés à la confection des écrans matériels doit tenir compte de la zone à couvrir (avec ou sans visibilité) et des risques correspondants (avec ou sans projections). L'utilisation de matériaux ajourés (grillage, tôle ajourée, etc.) doit prendre en compte la forme et la dimension des

ouvertures correspondantes pour qu'il n'y ait pas d'accès résiduel à une zone dangereuse.

Les matériaux transparents en matière plastique ne doivent pas être fragiles et leur résistance dans le temps ne doit pas être sensible à leur environnement (lumière, huile, oxydation, etc.). A ce titre, le polycarbonate et le polyamide peuvent être utilisées moyennant les précautions suivantes :

- leur épaisseur ne doit pas être inférieure à 5 mm,
- leur montage doit être effectué dans un cadre métallique qui assure leur rigidité sans les soumettre à des contraintes ponctuelles trop importantes (éviter les montages par perçage et vissage par exemple).

Ne pas oublier que ces matériaux en plastiques peuvent devenir opaques, notamment par rayage et que certains d'entre eux sont renforcés contre ces risques.

1/2 Les protecteurs fixes

Les protecteurs sont considérés comme fixes dès lors que leur démontage ou leur ouverture nécessite l'usage d'un outil. Un protecteur monté sur charnières ou coulisses est considéré comme fixe dès lors que son ouverture nécessite l'usage d'un outil (clé à six pans, tournevis, clé de serrure, etc.).

1.2.1 Montage

- Il est conseillé que les éléments de fixation (vis, boulons, etc.) soient imperdables, c'est à dire qu'en cas de démontage ou d'ouver-

ture, les vis, par exemple, restent solidaires du protecteur. Cette mesure permet d'éliminer une des causes de non remontage ;

- Pour les protecteurs fixés par serrure, la clé ne doit pouvoir être retirée qu'après verrouillage. Par ailleurs, les éléments de fixation doivent être indérissables sous l'effet des vibrations (écrous « nylstop », rondelles frein, etc.).

1.2.2 Manutention

Les protecteurs fixes de grande dimension ou de poids important doivent être prévus pour être manutentionnés et positionnés facilement sans effort inconsidéré. A cet effet, ils peuvent être munis de moyens de préhension (poignées, points d'élingage, passages pour fourches de chariot de manutention, etc.).

1/3 Les protecteurs mobiles

1.3.1 Avec dispositif de verrouillage

Rappel : Ils ne sont pas adaptés aux presses à clavette notamment pour accéder au laboratoire.

Caractéristiques générales :

- Ils autorisent la commande du mouvement dangereux seulement si le protecteur est complètement fermé ;
- L'ouverture du protecteur, tant qu'il y a un risque (habituellement lors de la fermeture de l'outil) commande immédiatement l'arrêt du mouvement dangereux.

Cas des protecteurs ouverts fréquemment

- Ces protecteurs doivent être motorisés dès lors que les obligations de productivité risquent de fatiguer inconsidérément l'opérateur ; c'est le cas lorsqu'ils sont ouverts à chaque cycle. Des mesures doivent alors être prises pour éviter les blessures que pourrait provoquer leur mouvement soit en utilisant

des protecteurs intrinsèquement sûrs (protecteurs débrayables, à fermeture vers le haut sans risque de coincement en position haute), soit en les équipant, par exemple, d'un dispositif sensible, d'un boudin amortisseur, etc. La motorisation ne s'impose pas, par contre, lorsqu'une presse n'est utilisée qu'épisodiquement pour quelques pièces particulières ; dans certains cas, toutefois, leur poids doit être équilibré ;

- Le dispositif de verrouillage associé à cette catégorie de protecteurs doit être réalisé en sécurité positive avec deux interrupteurs de position fonctionnant suivant deux modes opposés (un par actionnement, l'autre par relâchement) (fiche pratique de sécurité ED 015) [4]. Le fonctionnement de ces deux interrupteurs doit être contrôlé automatiquement pour les écrans mobiles ouverts à chaque cycle. Compte tenu de la fréquence d'ouverture de ces écrans, le nombre de manœuvres des interrupteurs de position doit être prévu en conséquence (par exemple, dix millions de manœuvres mécaniques). Pour le contrôle automatique de ces deux interrupteurs, il peut être fait appel, par exemple, au circuit de la fonction de non répétition, à des blocs logiques contrôleurs de discordance (brochure ED 807) [5].

Les écrans mobiles automatiques mis isolément sur le marché et déclarés conformes « CE » par leur fabricant ou son mandataire établi dans l'Union européenne répondent à ces obligations.

Cas des protecteurs ouverts peu fréquemment

Il s'agit des protecteurs dont l'ouverture ou la dépose sont liées aux opérations de maintenance et de réglage. Ils peuvent être conçus comme les protecteurs ouverts fréquemment, mais ils peuvent être simplifiés en n'étant pas motorisés et en ne faisant appel qu'à un seul interrupteur de position. Dans ce dernier cas, l'interrupteur de position doit être difficilement neutralisable et à

manœuvre positive d'ouverture (fiche pratique de sécurité ED 015) [4]. Dans la mesure où le nombre de manœuvres est faible, la difficulté de neutralisation et la manœuvre positive d'ouverture peuvent aussi être assurées par des interrupteurs de position électromécaniques à clé ou à languette (note documentaire ND 1902-149-92) [6] conçus pour au moins un million de manœuvres.

Implantation :

Outre le respect des distances de sécurité prenant en compte les accès résiduels (voir A.1.1.1), les protecteurs mobiles doivent être implantés de manière que le temps d'accès aux éléments mobiles dangereux soit supérieur à leur temps d'arrêt provoqué par l'ouverture du protecteur. Le protecteur est considéré comme ouvert, pour un doigt, la main ou le bras, etc. dès lors que l'ouverture qu'il présente est supérieure aux valeurs respectives fournies par NF EN 294 [3].

La formule à prendre en compte dès cet instant est

$$d = vt \quad \text{où}$$

« d » distance de l'écran mobile au point dangereux le plus proche,

« v » vitesse moyenne admise pour la main, soit 1,6 m/s,

« t » temps de mise à l'arrêt de la presse à compter de la position d'ouverture définie précédemment.

Dans la pratique, pour les protecteurs à ouverture automatique et rapide, « t » est compté approximativement à partir du signal d'ouverture fourni par les interrupteurs de position de l'écran.

La tolérance admise sur son évaluation est de 20 %.

Pour les écrans à ouverture lente, soit parce qu'elle est manuelle et/ou que leur masse est importante, il peut être intéressant de tenir compte de la possibilité de passer le doigt, la main ou le bras pour optimiser la position

de l'écran en faveur de l'ergonomie du poste de travail.

1.3.2 Avec dispositif d'interverrouillage

Caractéristiques générales :

- Possibilité de commande du mouvement dangereux que si le protecteur est complètement fermé.
- Ouverture du protecteur impossible tant qu'il y a un risque.

Cas des protecteurs ouverts à chaque cycle de presse pour le chargement et le déchargement de l'outil

Ces protecteurs doivent être motorisés dès lors que les obligations de productivité risquent de fatiguer inconsidérément l'opérateur ; c'est le cas lorsqu'ils sont ouverts à chaque cycle. Des mesures doivent alors être prises pour éviter les blessures que pourrait provoquer leur mouvement soit en utilisant des protecteurs intrinsèquement sûrs (protecteurs débrayables, à fermeture vers le haut sans risque de coincement en position haute), soit en les équipant, par exemple, d'un dispositif sensible, d'un boudin amortisseur, etc. La motorisation ne s'impose pas, par exemple, lorsqu'une presse n'est utilisée qu'épisodiquement pour quelques pièces particulières. Le dispositif d'interverrouillage associé à cette catégorie de protecteurs et réalisé en sécurité positive comprend en particulier :

- deux interrupteurs de position fonctionnant suivant deux modes opposés et dont un des deux au moins est difficilement neutralisable (fiche pratique de sécurité ED 015) [4]. Le fonctionnement de ces interrupteurs doit être contrôlé automatiquement à chaque cycle. Compte tenu de la fréquence d'ouverture de ces écrans, le nombre de manœuvres des interrupteurs de position doit être prévu en conséquence (par

exemple, 10 millions de manœuvres mécaniques). Pour le contrôle automatique de ces 2 interrupteurs, il peut être fait appel, par exemple, au circuit de la fonction de non répétition, à des blocs logiques contrôleurs de discordance (brochure ED 807) [5].

- Un système de blocage de l'écran (verrou), obtenu habituellement par un vérin pneumatique ou un verrou électromagnétique lui-même contrôlé en position de blocage. L'interrupteur qui contrôle son engagement peut correspondre à un des deux interrupteurs cités précédemment. Pour les protecteurs motorisés, la motorisation peut éventuellement jouer le rôle de verrou en s'opposant à l'ouverture manuelle du protecteur.

Les écrans mobiles automatiques mis isolément sur le marché et déclarés conformes « CE » par leur fabricant ou son mandataire établi dans l'Union européenne répondent à ces obligations.

Cas des protecteurs ouverts peu fréquemment

Ils peuvent être conçus comme les protecteurs ouverts à chaque cycle de presse, mais ils peuvent être simplifiés en n'étant pas motorisés et en ne faisant appel qu'à un seul interrupteur de position. Dans ce dernier cas, l'interrupteur de position doit être infraudable et à manœuvre positive d'ouverture (ED 015) [4]. Dans la mesure où le nombre de manœuvre est faible, l'infraudabilité et la manœuvre positive d'ouverture peuvent aussi être assurées par des interrupteurs de position à clé verrouillable (note documentaire ND 1902-149-92) [6] conçus pour au moins un million de manœuvres. Ces protecteurs doivent également comporter un verrou non déverrouillable tant que le cycle n'est pas terminé.

1/4 Protecteurs réglables

Lorsqu'il est nécessaire qu'un protecteur, fixe ou mobile, soit réglable par exemple pour

adapter la hauteur de passage de pièces dans un écran, les moyens de réglage doivent nécessiter l'usage d'un outil et être indéfiniment réglables sous l'effet des vibrations au même titre que les écrans fixes (voir A.1.2).

1/5 Les outils fermés

1.5.1 Conception

Par principe, les outils fermés, dont certains sont dits noyés, comportent toute la protection contre les risques que pourrait présenter un outil. Ils sont prêts à l'emploi, aux réglages près de la presse, et leur montage ne doit nécessiter l'adaptation d'aucune autre protection. Sur ces outils, la protection peut être obtenue par conception ou par ajout, sur l'outil lui-même, de protecteurs fixes (grilles, cages, etc.).

Les risques à couvrir sont essentiellement :

- Les points de cisaillement entre le poinçon et la matrice. L'ouverture réservée pour le passage de la tôle doit répondre aux règles des accès résiduels (voir en A.1.1) ;
- Les points d'écrasement entre la contre-plaque et la plaque porte poinçon, pour les outils à contre-plaque ;
- Les points d'écrasement entre les éléments de guidage mobiles et les éléments fixes des outils à colonnes ou leurs systèmes de bridage.

Dans ces deux derniers cas, les risques peuvent être soit éliminés en enfermant complètement les points dangereux et en respectant les règles énoncées en A.1.1, soit réduits en respectant les écartements minimaux suivants :

- 25 mm si on peut y introduire les doigts,
- 100 mm si on peut y introduire un poignet,
- 120 mm si on peut y introduire un bras.

Ces écartements peuvent être également respectés en chanfreinant en conséquence les parties se rapprochant.

1.5.2 Signalisation

Deux cas peuvent se présenter :

La presse est utilisée exclusivement avec des outils fermés

Les presses dédiées exclusivement aux outils fermés sont des machines à faible course au plus égale à 50 mm ou à course limitée à cette valeur par élimination du réglage éventuel (soudage, rivetage, etc.). Pour les presses à clavette cette course est limitée à :

- 20 mm pour les presses de capacité ≤ 500 kN,
- 35 mm pour les presses de capacité $\leq 1\ 200$ kN.

Dans un tel cas, cet usage est signalé par une plaque signalétique visible du poste de travail et portant la mention :

« Attention outils fermés uniquement »

écrite en lettres noires d'au moins 25 mm de hauteur, sur fond jaune. Cette plaque doit être fixée de façon indémontable.

La presse peut être utilisée avec des outils fermés

Cette possibilité suppose que pour l'usage des outils ouverts il est prévu des moyens de protection adaptés à la technologie de la presse. La mise en place d'un outil fermé, avec suppression des autres moyens de protection, implique donc au moins que ce choix soit fait par un responsable au moyen d'une sélection de marche verrouillable à clé. Pour la position correspondante, le sélecteur doit indiquer sans ambiguïté qu'elle est réservée aux outils noyés et le personnel de l'atelier doit être averti de son utilisation par une couleur jaune ou un voyant lumineux.

Une autre solution consiste à mettre automatiquement hors service les protections gênantes, dès lors que des outils fermés sont mis en place. A cet effet, les outils fermés doivent être prévus avec des systèmes de reconnaissance intégrés, à la fois sûrs et suf-

fisamment infraudables, tels que des prises de courant multibroches.

2. LES DISPOSITIFS DE PROTECTION

2/1 Les commandes bimanuelles

Elles ne sont pas adaptées aux presses à clavette. Elles sont constituées de deux parties distinctes.

2.1.1 Le circuit logique

Intégré au circuit de commande de la presse, sous forme d'un bloc logique (ED 017) [7] ou de composants distincts séparés, il doit être conçu pour présenter les caractéristiques suivantes :

- Un ordre de commande ne peut être délivré et maintenu que si les deux organes de service (des boutons poussoirs le plus souvent) sont actionnés simultanément (action simultanée) avec un décalage entre leurs débuts d'actionnement qui n'excède pas 0,5 s (action synchrone).
- Un ordre de commande en cours est interrompu dès le relâchement d'un ou des deux boutons poussoirs. Leur retour au repos est contrôlé automatiquement à chaque cycle par la fonction de non répétition.
- Le circuit de la commande bimanuelle doit prendre en compte les défaillances susceptibles d'affecter ses composants (voir A. 3.1 Principes de la sécurité positive). Cette exigence signifie, en particulier, que pour les câbles de liaisons des pupitres de commandes bimanuelles mobiles qui sont soumis à de fortes contraintes mécaniques, voire chimiques, les courts-circuits et les coupures susceptibles d'affecter leurs conducteurs actifs ne conduisent pas à des fonctionnements incontrôlés.

- La temporisation de 0,5 s qui fixe le décalage maximal entre l'actionnement de deux boutons poussoir pour obtenir un signal de commande ne doit être ni réglable par l'utilisateur, ni indérégable dans le sens d'une augmentation de ce temps, notamment par vieillissement ou défaillance.

2.1.2 Implantation des boutons poussoirs d'une commande bimanuelle

Les boutons poussoirs doivent être montés et disposés de telle manière qu'ils ne puissent être actionnés autrement qu'avec les deux mains. Cet objectif implique, par exemple, que les boutons poussoirs ne puissent pas être commandés avec les coudes, les avant-bras, une main et un coude, les doigts d'une seule main, un genou et une main, la hanche et une main, etc.

La norme NF EN 574 [8] donne des indications pratiques quant aux dimensions et principes à respecter pour répondre à cette exigence. Elle précise en outre, au même titre que la norme NF E 09-034 [9] qu'une protection totale contre la « fraude » est impossible, ce qui implique que la recherche d'infraudabilité en dehors des règles qui ont pu être formalisées, ressort de l'interprétation personnelle.

Il existe des boutons poussoirs électromécaniques à faible effort susceptibles de réduire le risque de TMS (Troubles musculosquelettiques).

2.1.3 Implantation d'une commande bimanuelle

Une commande bimanuelle doit être implantée à un poste de travail, de telle manière que les éléments mobiles considérés aient le temps de s'arrêter avant de pouvoir être atteints par la main de l'opérateur. La position d'implantation d'une commande bimanuelle est régie par la formule suivante :

$$d = vt \quad \text{où}$$

« d » est le chemin réel parcouru par la main jusqu'au point dangereux le plus proche,

Il ne faut pas confondre distance du pupitre et chemin réel, ce dernier pouvant être curviligne en fonction des différents obstacles rencontrés par la main dans sa trajectoire.

« v » est la vitesse moyenne admise pour la main à compter du relâchement d'un bouton poussoir, soit 1,6 m/s,

(les boutons poussoirs seront implantés le plus loin possible au-delà de cette distance calculée en tenant compte de l'ergonomie du poste de travail).

« t » est le temps moyen de mise à l'arrêt de la presse, dans ses conditions de réglage, compté à partir du relâchement d'un bouton poussoir jusqu'à l'arrêt complet des éléments mobiles de travail. La tolérance admise sur son évaluation est de 20 %.

Le respect de cette distance, pour les commandes bimanuelles sur pupitre mobile ou déplaçable, peut être obtenu en ayant recours à des butées intégrées à la presse ou au pupitre ou encore à des moyens de fixation au sol.

Si la distance calculée « d » n'est pas compatible avec l'ergonomie du poste de travail, cela signifie que les commandes bimanuelles sont mal adaptées. Dans le cas présent, il convient d'avoir recours à d'autres moyens de protection (écrans mobiles avec dispositif de verrouillage ou d'interverrouillage) et/ou améliorer les performances de mise à l'arrêt de la presse.

2.1.4 Cas des presses à plusieurs postes de commande

(presses de grandes dimensions)

Lorsque la presse peut être utilisée avec une ou plusieurs commandes bimanuelles, il ne doit y avoir aucune ambiguïté quant aux postes de travail où une commande bimanuelle est en service. Il serait en effet dangereux qu'un opérateur pense être protégé alors qu'il ne l'est pas.

A cet effet, la déconnexion doit être évidente ou les pupitres en service doivent faire l'objet d'une signalisation.

En outre, il est recommandé de prévoir des mesures techniques imposant soit que la presse ne fonctionne pas si les pupitres de commande bimanuelle mis hors service par le sélecteur ne sont pas déconnectés, soit que le pupitre ne puisse être mis hors service tant qu'il est raccordé.

Par ailleurs, dans aucune configuration des commandes bimanuelles en service, une façade de presse ne doit être dépourvue de protection. A cet effet, une façade qui se trouverait momentanément sans commande bimanuelle en service, doit être pourvue d'écrans matériels (voir A.1) ou de barrières immatérielles (voir A.2.2). En outre sur les façades de grandes dimensions qui ne seraient servies que par un seul opérateur équipé d'une commande bimanuelle, il est recommandé, lorsque l'organisation du poste de travail s'y prête, de compléter la protection, par exemple, par un dispositif sensible (barrière immatérielle le plus souvent) ou en limitant matériellement les accès à ce qui est nécessaire. Dans un tel cas il n'est pas exigé que la barrière immatérielle ait un VET ou une AET.

2/2 Les barrières immatérielles (voir ED 807) [5]

Elles ne sont pas autorisées sur les presses à clavette

Toutes les barrières immatérielles, utilisées en tant que protection principale de l'opérateur sur les presses, doivent avoir une conformité CE de type 4 pour cet usage.

2.2.1 Caractéristiques de sécurité apportées par une barrière immatérielle

Après adaptation sur une presse, le système de protection obtenu doit présenter les caractéristiques suivantes :

- tant qu'il y a un risque, c'est à dire le plus souvent jusqu'au voisinage du point mort bas, toute occultation de la barrière immatérielle provoque l'arrêt des éléments mobiles dans un temps qui ne permet pas à l'opérateur de les atteindre avant leur arrêt complet ;
- après arrêt provoqué par occultation de la barrière immatérielle, un nouveau démarrage ne peut pas être obtenu par sa seule désoccultation. Il est alors nécessaire, d'actionner à nouveau la commande pour obtenir la poursuite du cycle.

Sur les presses de grandes dimensions permettant à un opérateur de rentrer de plain pied dans le laboratoire, il y a lieu de mettre en place des moyens empêchant une commande accidentelle lorsque la protection est assurée par une ou plusieurs barrières immatérielles. A cet effet, plusieurs solutions sont envisageables, notamment :

- prévoir un dispositif de réarmement dont l'actionnement est nécessaire pour autoriser une nouvelle commande chaque fois qu'une barrière immatérielle, autre que celle qui est prévue côté chargement/déchargement des pièces, est occultée pour tout ou partie ; le dispositif de réarmement doit être situé du côté de l'intrusion et en dehors de la zone dangereuse, tel que, de cet endroit l'opérateur ait une bonne vision de la zone en question.
- détecter toute présence dans le laboratoire lorsque l'outil est ouvert, par exemple à l'aide d'un dispositif photoélectrique contrôlé cycliquement,
- détecter tout passage complet d'une personne dans le laboratoire par un dispositif sensible supplémentaire ; comme dans l'exemple précédent, il doit y avoir un dispositif de réarmement correctement situé.

2.2.2 Implantation d'une barrière immatérielle

Son implantation doit respecter les deux règles suivantes :

- pour accéder à la zone dangereuse, l'opérateur est obligé de passer au travers de la barrière immatérielle. Les accès résiduels par-dessus, par-dessous et autour de la barrière immatérielle doivent être en conformité avec la norme NF EN 294 (§ 4). Cette exigence peut impliquer la mise en place de protections complémentaires sous forme d'écrans matériels (voir A.1) ou d'autres barrières immatérielles répondant aux mêmes exigences que la barrière principale ;
- la distance du plan de détection de la barrière immatérielle avec le point dangereux le plus proche qu'elle est censée couvrir, doit être telle qu'elle réponde à la règle suivante :

$$d = vt + e$$

où « d » est la distance en question, exprimée en millimètres,

(La barrière immatérielle sera implantée le plus loin possible au-delà de cette distance calculée, en tenant compte de l'ergonomie du poste de travail. L'espace résiduel créé par éloignement de la barrière immatérielle de la zone dangereuse ne doit pas permettre à l'opérateur de s'y tenir ; un espace maximum de 75 mm est autorisé. Des mesures complémentaires, telles que protecteur fixe solidement fixé au bâti ou barrière immatérielle montée horizontalement, devront être prises afin de limiter ce risque.)

« v » est la vitesse moyenne admise pour la main à compter d'une occultation de la barrière immatérielle, soit 1 600 mm.s⁻¹ si la barrière immatérielle est disposée horizontalement. Si elle est disposée verticalement, une vitesse d'approche de 2 000 mm.s⁻¹ doit être utilisée si la distance minimale de sécurité « d » est inférieure ou égale à 500 mm ; une vitesse d'approche de 1 600 mm.s⁻¹ peut être utilisée si la distance minimale est supérieure à 500 mm,

« t » est le temps moyen, en secondes, de mise à l'arrêt de la presse compté dans les condi-

tions de réglage les plus défavorables, en sachant notamment qu'il augmente avec la vitesse de l'outil, sa masse et sa course. La tolérance admise sur son évaluation est de 20 %, « e » est une constante, en millimètres, qui dépend de la capacité de détection « s » de la barrière immatérielle. Elle correspond à la distance de pénétration de la main, dans le champ de détection, avant d'être détectée. La valeur de « e » à prendre en compte est donnée par le tableau suivant :

s mm	e mm
$s \leq 14$	0
$14 < s \leq 20$	80
$20 \leq s \leq 30$	130
$30 < s \leq 40$	240

Si la distance calculée « d » n'est pas compatible avec l'ergonomie du poste de travail, cela signifie que les barrières immatérielles ne sont pas adaptées. Dans le cas présent, il faut donc avoir recours à d'autres moyens de protection (écrans mobiles avec dispositif de verrouillage ou d'interverrouillage) et/ou améliorer les performances de mise à l'arrêt de la presse.

3. LES CIRCUITS DE COMMANDE

(voir brochure ED 581) [10]

3/1 Principe du concept de sécurité positive appliquée aux circuits électriques de commande

Les parties des circuits dont dépendent les fonctions de sécurité directe doivent être réalisées de manière à ce que la défaillance d'un composant ne mette pas en cause la sécurité des opérateurs (principe de la sécurité positive).

Par fonctions de sécurité directe il faut entendre toutes celles dont la seule

défaillance pourrait entraîner une situation de risque immédiat (commandes bimanuelles, barrières immatérielles, écrans mobiles, fonction de non-répétition, etc.).

La sécurité positive peut être obtenue notamment :

- en prévoyant les commandes d'arrêt systématiquement par coupure d'énergie et non par apport d'énergie. Il ne serait pas admis que la sécurité dépende d'une émission de courant qui pourrait être indisponible dans un circuit, là où elle serait nécessaire, à la suite d'une panne de courant ou d'une coupure dans le circuit d'alimentation,
- en ne maintenant pas les ordres de commande suite à une coupure de l'énergie, qu'elle se produise au niveau du circuit de commande ou du circuit de puissance,
- en faisant appel au principe de la redondance et/ou du contrôle automatique,
- en utilisant des composants éprouvés.

Sont considérés comme composants éprouvés ceux dont les défaillances pouvant mettre en cause la sécurité sont peu probables notamment en raison de leur conception (contacts à ouverture positive), de leur surdimensionnement et de leur faible fréquence de manœuvre dans l'utilisation considérée (sélecteurs de cycles, interrupteurs de position destinés à des écrans mobiles peu fréquemment ouverts et dont les contacts sont à ouvertures positive, etc.).

Pour optimiser l'application du principe de sécurité positive par redondance et contrôle automatique, il est nécessaire de faire appel à des relais ou des contacteurs auxiliaires à contacts liés certifiés comme tels par leur fabricant (NF EN 50205) [11].

Pour toutes les fonctions de sécurité directes sollicitées à chaque cycle de la machine le contrôle automatique des composants en redondance (interrupteurs de position d'un

écran mobile, par exemple) doit être assuré à chaque cycle.

Pour les fonctions de sécurité directes sollicitées peu fréquemment il pourra être fait appel à un contrôle automatique épisodique, lors de la mise sous tension de la presse par exemple, ou à défaut à des consignes de surveillance.

Il était jusqu'alors totalement exclu que les fonctions de sécurité soient traitées uniquement et directement par un système à microprocesseur, notamment par un automate programmable.

L'apparition d'automates programmables de **sécurité, certifiés comme tels**, a fait nécessairement évoluer cette position [annexe 1]. Dans le cas d'une mise en œuvre d'automates programmables de sécurité, se référer notamment à la brochure ED 905 [12]. Toutefois, encore récente, cette technologie ne bénéficie pas, pour le moment, d'une maîtrise aussi éprouvée que celle qui peut exister pour la logique électromécanique.

C'est pourquoi son utilisation sur une presse devra nécessairement respecter au minimum les exigences concernant le logiciel et le traitement des informations de cames formulées dans les deux documents en annexes 2 et 3. Mieux encore, le rénovateur aura tout intérêt à utiliser ou à s'inspirer du logiciel applicatif réalisé par un groupe de travail « Industrie-Prévention », programme qui a fait l'objet de tests approfondis [annexe 4].

3/2 Alimentation électrique et prise en compte des courts-circuits entre les conducteurs actifs et la masse

(voir EN 60204 [13] et brochure INRS ED 581) [10]

Un premier défaut ne doit pas entraîner de risque de commande de mouvement intem-

pestif dangereux ou d'élimination de la sécurité. Si des mesures techniques ne sont pas prises dès ce premier défaut, un deuxième défaut peut générer une situation de risque.

Les principes de sécurité à mettre en œuvre consistent donc à détecter un premier défaut et à mettre le circuit de commande aussitôt hors tension.

Pour les circuits de commande ne comprenant que des relais à courant alternatif, un des moyens traditionnels simple et sûr consiste à respecter les règles suivantes :

- alimenter le circuit de commande par un transformateur monophasé à enroulements séparés permettant de séparer le circuit de commande du réseau d'alimentation (NF EN 61558-2-2) [14],
- interconnecter les masses des appareils électriques du circuit de commande, par des conducteurs de protection, avec le circuit de protection de la presse relié à la terre,
- relier directement une des bornes des bobines des relais et des contacteurs au circuit de protection, l'autre borne ne pouvant être reliée au transformateur que par un conducteur protégé contre les surintensités.

D'autres montages peuvent être utilisés à condition d'apporter une sécurité équivalente, telle l'utilisation d'un contrôle permanent d'isolement associé à une coupure automatique au premier défaut.

3/3 Alimentation pneumatique

La qualité de l'air doit être adaptée aux différentes utilisations prévues (électrovannes, vérins, embrayage frein, soufflettes, etc.) en fonction des exigences des fabricants des composants pneumatiques en question.

En général l'air doit être filtré, déshydraté et si nécessaire lubrifié, notamment sur le cir-

cuit d'embrayage frein. Il est impératif de respecter les consignes des fournisseurs des composants pneumatiques.

La plupart du temps, il n'est pas utile de prévoir une déshydratation très poussée mais il faut au moins disposer d'une réserve d'air comprimé avec purge d'eau manuelle ou automatique ou encore automatisée.

Un réservoir d'air sous pression doit être en conformité avec les règles d'épreuves et de réépreuves périodiques le concernant. S'il s'agit d'un récipient à pression simple défini par la directive n° 87-404 CEE du 25-6-87, se référer à l'arrêté du 14-12-89 modifié. S'il s'agit d'un récipient fixe sous pression qui n'est pas considéré comme un récipient à pression simple, se référer à l'arrêté du 15-3-2000 modifié qui fixe les conditions d'exploitation des équipements sous pression.

En outre pour tous les circuits où le manque et/ou l'excès de pression peuvent conduire à des risques de dysfonctionnement, il est nécessaire de prévoir des manostats mettant la presse en sécurité par mise hors tension du circuit de commande.

3/4 La fonction de non répétition

Elle était destinée, à l'origine, à arrêter la presse en fin de cycle même si l'opérateur maintenait la commande actionnée, l'obligeant ainsi à relâcher la commande et à l'actionner à nouveau pour provoquer un nouveau cycle. Cette utilisation était particulièrement importante sur les presses à clavette dont le cycle ne pouvait pas être interrompu dès lors qu'il était engagé et pour lesquelles les moyens de protection n'étaient pas satisfaisants.

Aujourd'hui cette fonction est toujours obligatoire, mais sa destination a quelque peu

changé sur les presses modernes dans la mesure où elle est plutôt utilisée comme fonction de contrôle automatique des organes de commande (boutons poussoirs, relais, interrupteurs de position des écrans mobiles, des boîtes à cames, etc.) qui commutent à chaque cycle en fonctionnement normal. Son principe consiste donc à vérifier que tous ces organes sont revenus en position de repos à la fin d'un cycle pour autoriser le suivant.

Dans l'application du concept de sécurité positive, la fonction de non répétition a donc un rôle important puisqu'elle est sensée détecter la défaillance d'un organe en interdisant la commande du cycle suivant.

Pour cette raison la fonction de non répétition doit être traitée comme une fonction de sécurité directe (voir A.3.1).

La confiance dans cette fonction peut encore être renforcée en prévoyant son contrôle automatique, par exemple, lors de la mise sous tension du circuit de commande.

A cet effet, et par exemple, un contact repos du ou des relais de non répétition peut être inséré dans le circuit de démarrage du moteur.

4. AUTRES MESURES DE SÉCURITÉ

4/1 Sélection du mode de marche

A chaque mode de marche correspond un mode de fonctionnement, un mode de commande et un mode de protection.

Chaque mode de marche doit être choisi, dans la mesure du possible, au moyen d'un seul sélecteur et le mode de marche correspondant à chacune de ses positions doit être clair (écriture ou pictogramme).

Dans le cas où un seul sélecteur ne suffirait pas en raison, par exemple, du nombre de modes de marche, du nombre de contacts et de galettes disponibles, il pourra être admis que chaque mode de marche soit obtenu par la combinaison de deux sélecteurs au plus. Dans cette éventualité, il ne doit pas y avoir d'ambiguïté dans les combinaisons possibles des positions des sélecteurs et à chacune d'entre elles doit correspondre un mode de marche fonctionnel ou un non fonctionnement de la presse.

Pour les positions de sélecteurs correspondant à une utilisation avec outil fermé, prévoir en outre une signalisation lumineuse orange clignotante très perceptible.

Les moyens de protection interconnectés avec le circuit de commande doivent être introduits automatiquement pour chaque mode opératoire choisi.

Chaque sélecteur doit être verrouillable à clé au moins entre les positions contiguës dont une correspond à un mode opératoire en protection dégradée (réglage par exemple, avec un bouton poussoir à action maintenue).

Le passage d'un mode opératoire à un autre doit se faire avec annulation automatique de tous les ordres de commande qui pourraient être mémorisés.

4/2 Dispositifs de retenue mécanique (chandelles, taquets, etc.)

Pour les travaux qui nécessitent des interventions prolongées sous le coulisseau d'une presse, après séparation de son alimentation en énergie, il est recommandé de mettre à la disposition des opérateurs des dispositifs de retenue mécanique, conçus pour retenir les éléments mobiles y compris l'outil le plus lourd. Ces dispositifs sont particulièrement importants sur les presses

hydrauliques où les fuites toujours probables, non compensées par l'apport d'énergie, entraînent la fermeture lente du coulisseau.

Ces dispositifs de retenue doivent être manipulables aisément ou être montés à demeure sur le bâti de la presse par l'intermédiaire d'une articulation.

Dans le cas où ils ne sont pas prévus pour résister à l'effort de la presse sous énergie, il est conseillé de prévoir un dispositif de verrouillage qui interdit la commande de la presse si le dispositif de retenue mécanique n'est pas retiré du laboratoire, par exemple en contrôlant automatiquement sa présence par ailleurs.

4/3 Compteur-totalisateur

Chaque presse doit comporter au minimum un « compteur-totalisateur » de coups à 8 chiffres.

Prévu pour gérer les opérations de maintenance et les vérifications périodiques, ce compteur, difficilement neutralisable, ne doit pas être muni d'un système de remise à zéro manuel ou électrique.

Pour les compteurs électroniques, dont la mémoire est conservée par pile, il y a lieu de prévoir des mesures organisationnelles pour ne pas perdre le nombre de coups enregistré lors du changement de la pile.

D'autres compteurs peuvent être installés à la convenance de l'utilisateur pour favoriser la gestion de la production, comme par exemple :

- comptage de pièces par série avec remise à zéro,
- décomptage de nombre de pièces par bac avec arrêt automatique,
- comptage centralisé.

4/4 Protection contre les chutes de hauteur

Sur les presses dont la maintenance courante s'effectue à une hauteur d'appui supérieure ou égale à 2 m, il est recommandé de prévoir une plate-forme à cet effet, sauf cas particulier de l'utilisateur réalisant le travail à l'aide d'une nacelle par exemple.

Il faut alors s'assurer de la bonne rigidité de l'ensemble de cette plate-forme et de sa bonne fixation.

Par maintenance courante il faut entendre les opérations de vérifications périodiques, de lubrification, etc. Les opérations de dépannage exceptionnel et de gros entretien peuvent faire appel à des moyens d'accès adaptés à la circonstance.

Cette plate-forme doit être munie d'un garde-corps conforme à la norme NF E85 101 [15] s'il s'agit d'un garde-corps existant, ou conforme à la norme NF EN ISO 14122-3 [16] s'il s'agit d'un nouveau garde-corps. La conception et la réalisation du plancher ne doivent pas permettre le passage d'objets de plus de 1 cm de diamètre.

L'accès à cette plate-forme doit s'effectuer à l'aide d'une échelle métallique, fixe, conforme à la norme NF E85 010 [17] s'il s'agit d'une échelle existante, ou conforme à la norme NF EN ISO 14122-4 [18] s'il s'agit d'une nouvelle échelle.

L'accès sur la plate-forme doit être effectué par un portillon à fermeture automatique dont l'ouverture ne doit pas se faire vers l'extérieur de la plate-forme.

L'accès à ces passerelles de maintenance doit prendre en compte les risques éventuellement présentés par le déplacement des ponts roulants.

B. Prescriptions techniques particulières aux presses à clavette

1. ÉCRANS MOBILES AVEC DISPOSITIF D'INTERVERROUILLAGE

Les prescriptions qui suivent complètent les prescriptions communes données en A 1.3.2 pour les écrans mobiles avec dispositif d'interverrouillage tels que ceux qui donnent accès au laboratoire de la presse, pour des interventions épisodiques autres que le chargement et le déchargement manuel des pièces en travail de reprise, notamment pour les presses utilisées en automatique.

En effet, il est fortement recommandé que les écrans mobiles destinés au travail de reprise soient conformes « CE ».

Sur les presses à clavette, il y a risque tant que les éléments mobiles de travail ne sont pas arrêtés en fin de cycle. Sauf en mode « réglage », l'ouverture du protecteur n'est donc autorisée que dans les conditions suivantes :

- la presse est arrêtée en fin de cycle, ce qui signifie aussi qu'en cas de redoublement l'écran doit rester fermé,
- la butée de clavette est revenue dans la position débrayage, ce qui impose son contrôle de position.

Pour éviter les risques de commande intempestive par actionnement accidentel de la tringlerie, dès lors que l'écran est ouvert, appliquer les mesures suivantes :

- remplacer la tringlerie par un vérin ou un électroaimant qui agit au plus près de la butée de clavette,
- assurer le rappel de ce vérin ou de l'électroaimant par un ressort de compression dont l'effet vient s'ajouter éventuellement à celui d'un rappel pneumatique,
- si la butée de clavette n'est pas rendue solidaire du vérin ou de cet électroaimant, s'assurer qu'elle est bien rappelée par un ressort de compression, sinon faire la modification qui s'impose,
- l'électrovanne de commande du vérin n'a pas à être à double corps, mais elle ne doit pas être actionnable manuellement sans l'aide d'un outil.

2. RÉGLAGE SANS MOTEUR

Indépendamment des conditions de verrouillage qui doivent exister entre le moteur et l'embrayage, les opérations de réglage sans moteur supposent que l'embrayage est appliqué, que le frein est défreiné et que le volant est actionné manuellement, le plus souvent avec un levier que l'opérateur engage dans des trous réservés à cet effet dans sa jante.

Pour l'introduction de ce levier et son actionnement, il est habituellement prévu une ouverture oblongue dans le carter du volant.

Des précautions sont donc à prendre pour éliminer le risque mécanique que présenterait un tel levier resté en place dans son trou lors de la mise en route du moteur. A cet effet, les deux solutions qui suivent sont acceptables :

- l'ouverture prévue dans le carter est située dans sa position basse de telle manière que le levier tombe dès qu'il est relâché,
- les trous du volant ne sont accessibles que par ouverture d'une protection mobile solidaire du carter. Cette ouverture interdit toute mise en marche du moteur tant que le protecteur, muni d'un dispositif de verrouillage, n'est pas fermé.

C. Prescriptions techniques particulières aux presses à embrayage à friction

1. LE SYSTÈME EMBRAYAGE-FREIN

1/1 Principe de sécurité

Dès lors que la sécurité est assurée par la mise à l'arrêt rapide et sûre des éléments mobiles de travail, c'est le cas habituel sur les presses à embrayage à friction, les systèmes embrayage/frein doivent respecter la règle suivante : que l'embrayage et le frein soient combinés ou séparés, leur alimentation en énergie doit assurer le défreinage et l'embrayage, leur mise hors énergie doit assurer le débrayage et le freinage. A noter toutefois que le frein de volant, lorsqu'il existe, n'est pas visé par cette mesure.

1/2 Freins de technologie particulière

Le principe de frein généralement reconnu aujourd'hui est celui du frein à disque. Sa surface de friction largement dimensionnée assure sa longévité et la multiplicité des ressorts de rappel garantissent le couple de freinage même en cas de rupture de l'un d'entre eux. Il subsiste toutefois des freins qui n'apportent pas toujours les garanties de fonctionnement attendues :

- Les freins dits à bande ou à sangle, ne permettent pas d'assurer leur fonction en cas de

rupture d'attache. Ils sont à remplacer par des freins à disque ;

- Les freins à tambour et sabots dont le fonctionnement peut être complètement mis en cause par la rupture ou le desserrage d'une seule pièce doivent être remplacés par des freins à disque, à moins que des modifications sûres permettent de pallier ces insuffisances de conception ;

- Les freins à courants de Foucault, inefficaces à basse vitesse, doivent être remplacés ou complétés par un frein mécanique assurant en particulier le maintien à l'arrêt des éléments mobiles.

1/3 Pression d'alimentation en air

La plupart des systèmes d'embrayage frein sont à commande pneumatique. Pour leur bon fonctionnement, il y a nécessité de respecter les pressions et la qualité de l'air prévues par leur concepteur.

Avec une pression trop forte, les capacités d'air de l'embrayage et du frein sont plus longues à décharger, autorisant ainsi une augmentation du temps d'arrêt des éléments mobiles de travail pouvant mettre en cause l'efficacité des protections en place.

Avec une pression trop faible, le couple d'embrayage peut être insuffisant, entraînant ainsi patinage, échauffement et usure

anormale des garnitures de friction. Ces performances insuffisantes peuvent être aussi à l'origine de blocage des outils en position fermée. Il est donc conseillé de prévoir un contrôle de la pression minimale et en tant que de besoin, de la pression maximale, avec coupure automatique de l'alimentation du circuit de commande dès lors que les limites acceptables sont dépassées.

2. LES ÉLECTROVANNES ÉLECTROPNEUMATIQUES DE COMMANDE DU SYSTÈME EMBRAYAGE-FREIN

2/1 Généralités

Les électrovannes d'embrayage et de freinage font partie intégrante du circuit de commande de la presse. A ce titre, leurs défaillances prévisibles ne doivent pas être à l'origine de mouvements intempestifs. C'est la raison pour laquelle les électrovannes simples ne sont pas acceptables et que seules les électrovannes doubles, dites aussi à double corps, sont autorisées moyennant malgré tout un certain nombre de conditions complémentaires, notamment :

- des performances de mise à l'arrêt de la presse compatibles avec la sécurité même lorsqu'un des clapets est discordant,
- la mise en sécurité de la presse dès que la discordance des clapets dépasse une certaine limite, ce qui nécessite un contrôle de discordance, soit par un dispositif associé (détecteur de position ou de pression sur chaque clapet et circuit de traitement de leur signal), soit en utilisant des vannes dites intrinsèquement sûres.

2/2 Critères de remplacement d'une électrovanne double

2.2.1 Électrovannes double corps à distribution série

Elles ne doivent pas être systématiquement remplacées dès lors que leur fiabilité a été reconnue et qu'elles sont en bon état. Elles doivent toutefois être équipées d'un dispositif de contrôle de discordance cyclique répondant aux règles énoncées en C. 3.

Cette disposition signifie en particulier que les électrovannes « série » équipées d'un contrôle statique des clapets sont à remplacer systématiquement.

2.2.2 Électrovannes double corps à distribution parallèle

Indépendamment de son état et de sa vétusté, un des critères de remplacement d'une électrovanne est son inadaptation au mode de protection choisi lorsque la sécurité exige un temps de mise à l'arrêt qui ne peut pas être respecté, notamment en cas de discordance des clapets.

Sur ce dernier point, il y a lieu de s'assurer que la pression résiduelle au niveau de l'embrayage, en cas de discordance des clapets (il faut essayer les deux clapets successivement), n'excède pas 6 % de la pression de service ou que le temps de mise à l'arrêt de la presse est toujours inférieur au temps d'accès de l'opérateur.

2/3 Détermination des électrovannes à double corps de remplacement

Les caractéristiques d'une électrovanne de remplacement, lorsque l'opération s'impose, sont à déterminer sur la base des règles suivantes :

- Ses performances de vidange doivent être au moins égales à celles de l'électro-

vanne remplacée. A cet effet il est nécessaire de consulter le fabricant pressenti ;

- Elle doit être choisie parmi celles qui appartiennent à la dernière génération, c'est-à-dire celle des électrovannes double corps à distribution série parallèle croisée dite aussi « tandem » et munie d'un contrôle de discordance contrôlé automatiquement au moins une fois par cycle (contrôle cyclique ou dynamique) ou contrôlé en permanence (contrôle intrinsèque). Ces dispositions élimineront à terme tous les contrôles de discordance statiques assurés par des balances pneumatiques qui ont tendance à se bloquer par manque de sollicitation ;
- Considérer le volume des capacités en air de l'embrayage et du frein lorsque leurs garnitures de friction sont usées à 75 % ;
- Les capacités de l'embrayage et du frein sont considérées comme étant vidées dès lors que leur pression en air a atteint 10 % de la valeur de fonctionnement prévue,
- L'angle de rotation du vilebrequin correspondant à la vidange de l'embrayage et du frein ne doit pas dépasser 20° à la cadence machine maximale pour le travail en reprise.

3. CONTRÔLE DE DISCORDANCE DES ÉLECTROVANNES À DOUBLE CORPS

3/1 Caractéristiques des dispositifs de contrôle de discordance à adjoindre

Lorsqu'il y a nécessité d'adjoindre un dispositif de contrôle de discordance cyclique ou dynamique à une électrovanne double corps (systématiquement pour les électrovannes série en place et pour les électro-

vannes de remplacement lorsqu'elles ne sont pas à contrôle de discordance intrinsèque), ce dispositif devra répondre aux règles suivantes :

- détecter les discordances des clapets dont la durée ne devrait pas excéder 100 ms ;
- en cas de discordance, interdire toute nouvelle commande de la presse, qu'il s'agisse d'un nouveau cycle ou de la reprise d'un cycle interrompu ;
- maintenir l'interdiction de commande même en cas de discordance passagère. Toutefois lorsque la position des clapets est redevenue normale, la presse ne doit pouvoir être de nouveau commandée qu'après actionnement d'un dispositif de réarmement prévu spécifiquement à cet effet ;
- le dispositif de réarmement doit être accessible à hauteur d'homme, en dehors de toute zone dangereuse et de préférence verrouillable à clé ;
- le dispositif de contrôle de discordance doit être conçu de manière à ce que sa temporisation ne puisse pas évoluer, en cas de défaillance, dans le sens d'une augmentation ;
- l'étage de détection du fonctionnement des clapets doit être fourni par le fabricant de l'électrovanne.

3/2 Cas des embrayages-freins séparés

- Les électrovannes « série » ne sont pas admises ;
- L'usage d'une électrovanne commune au frein et à l'embrayage n'est admis que si la presse était ainsi équipée à l'origine ;
- Des dispositions sont à prendre pour éviter le recouvrement de l'embrayage et du frein tant au démarrage qu'à la mise à l'arrêt en utilisant par exemple :

- des électrovannes intégrant, à la conception, des diaphragmes calibrés dans leur circuit de pilotage,
- en contrôlant les positions respectives des disques de friction avant de provoquer leur déplacement,
- en contrôlant les seuils de pression correspondant au déplacement des disques de frein et d'embrayage,
- en introduisant des opercules calibrés dans l'alimentation des électrovannes.

Dans tous les cas, le rénovateur s'assurera des résultats obtenus, dans la mesure où c'est essentiellement l'expérimentation qui peut apporter les garanties nécessaires.

3/3 Accessoires liés aux électrovannes à double corps

3.3.1 Les clapets de décharge rapide

Leur usage est à proscrire parce que leur défaillance modifie considérablement les performances de mise à l'arrêt de la presse. Ils sont donc à supprimer systématiquement, les performances de la presse étant à retrouver par l'usage d'électrovannes double corps convenablement dimensionnées.

3.3.2 Les silencieux d'échappement

Ils doivent être à échappement intégral, c'est à dire ne pas présenter de partie colmatable sous forme de matériaux poreux (tampon métallique, bronze fritté, plastique alvéolaire, laine de verre, etc.). A ce titre, par exemple, les silencieux « récupérateurs d'huile », par détente et laminage d'air sont à proscrire.

3/4 Montage des électrovannes

Une électrovanne déterminée sur la base du paragraphe C. 2.3 ne remplira bien sa fonc-

tion que si elle est bien intégrée au circuit de l'embrayage frein. A cet effet :

- Les tuyauteries de raccordement avec l'embrayage et le frein seront conçus de manière à minimiser la perte de charge à l'échappement, c'est à dire :

- elles seront les plus courtes possibles. Le montage de l'électrovanne se fera donc au plus près de l'organe commandé (embrayage, frein ou embrayage frein combiné), éventuellement directement en bout d'arbre du vilebrequin,

- la tuyauterie entre l'électrovanne et l'organe qu'elle commande ne comportera pas de restriction (opercule, réduction de diamètre),

- le silencieux d'échappement sera monté directement sur l'électrovanne sans restriction et de manière à ne pas être orienté vers les personnes et les garnitures de friction,

- Toutefois lorsqu'il est nécessaire de prévoir une tuyauterie entre l'électrovanne et l'organe commandé, il y a lieu de respecter les règles suivantes :

- la tuyauterie doit être rigide avec éventuellement un manchon souple de très courte longueur (quelques centimètres) placé sur la tuyauterie de manière à être arraché et non pas vrillé en cas de grippage du joint tournant (axe du manchon à 90° d'angle de l'axe du joint tournant),

- il est conseillé de prévoir un raccord pour prise de pression à la sortie utilisation de l'électrovanne.

3/5 Systèmes d'embrayage-frein hydrauliques

La plupart des règles applicables aux systèmes « embrayage-frein pneumatiques » est applicable aux systèmes « embrayage-frein hydrauliques » et plus particulièrement :

- Le principe de sécurité énoncé en C. 1.1 doit être respecté ;
 - Les électrovannes doivent être à double corps et sans pression résiduelle en cas de discordance ;
 - Le dispositif de contrôle de discordance doit répondre aux règles énoncées en C. 3.
- En outre, des dispositions doivent être prises pour s'assurer que l'alimentation en huile est toujours suffisante (contrôle de pression et/ou de débit) notamment pour assurer un bon fonctionnement du système de refroidissement lorsqu'il est à circulation forcée. Pour des raisons similaires les systèmes à commande pneumo-hydraulique doivent avoir un contrôle automatique du niveau d'huile dans le réservoir de l'échangeur et du multiplicateur de pression. Dans le cas où les résultats de ces contrôles seraient négatifs, le fonctionnement de la presse devrait être automatiquement arrêté.

4. CONTRÔLE DE POSITION ET DE ROTATION DU VILEBREQUIN

4/1 Généralités

Les différentes phases qui se succèdent dans le cycle d'une presse utilisée en reprise sont déterminées chaque fois que le vilebrequin atteint certaines positions prédéfinies. Ces positions sont contrôlées au moyen d'interrupteurs électromécaniques (voir § 4/2 et 4/3). Ces cames sont directement liées au tourillon du vilebrequin ou montées sur un arbre à cames particulier entraîné par le vilebrequin (cas de la boîte à cames).

Même si dans certains cas ces cames doivent être réglables, elles doivent être indé-

réglables c'est à dire que leur position ne doit pas être assurée par un blocage à friction dès lors que la sécurité est en cause.

Par ailleurs, en aucun cas les informations de cames nécessaires à une fonction de sécurité ne doivent dépendre directement de détecteurs de proximité, c'est-à-dire sans relaiage avec redondance et autocontrôle appropriés.

4/2 Remontée automatique et inhibition du système de protection

Il y a possibilité de terminer le cycle automatiquement sans les protections dès lors qu'il n'y a plus de risque, habituellement lors de la remontée du coulisseau qui entraîne l'ouverture de l'outil ; on dit qu'il y a « inhibition » du système de protection. Ce mouvement automatique est habituellement provoqué un peu avant le point mort bas (PMB) bien que traditionnellement il soit toujours appelé « remontée automatique ». En effet la course résiduelle de fermeture automatique correspondante ne doit pas permettre à l'opérateur d'atteindre l'outil avant que le risque ait disparu et elle doit éviter, en outre, qu'une commande d'arrêt trop tardive entraîne le blocage de l'outil en position fermée.

Lorsque les fonctions d'arrêt au PMH et l'anticipation de la remontée automatique sont assurées par les mêmes interrupteurs de position, il y a lieu de suivre les règles prévues en C. 4.3, c'est-à-dire redondance et contrôle automatique des détecteurs de position correspondants.

4/3 Arrêt au point mort haut (PMH)

Cette fonction doit dépendre de deux informations de cames distinctes contrôlées auto-

matiquement à chaque cycle notamment par la fonction de non-répétition.

A noter qu'en application du principe de la sécurité positive (voir A. 3.1), la redondance et le contrôle appliqués à la fonction d'arrêt au PMH doivent être respectés tout au long de la chaîne de commande. Il serait dangereux en cas de défaillance d'un relais par exemple, que les deux informations de cames en question ne soient relayées que par ce relais.

L'angle à compter duquel il peut y avoir « remontée automatique » peut être diminué, voire annulé pour les outils fermés, lorsque le procédé de fabrication le nécessite. Dans un tel cas, la sécurité ne doit pas être mise en cause pour autant et des mesures doivent être prises pour augmenter le temps d'accès de l'opérateur en conséquence (temps que met l'opérateur, pour accéder à l'outil, supérieur au temps que met le vilebrequin pour parcourir l'angle de « remontée automatique » jusqu'à ce que le coulisseau soit arrivé à 6 mm du PMB). D'autres mesures équivalentes sont possibles comme, par exemple, de n'introduire automatiquement cet angle réduit que pour certains outils et certains réglages de la presse permettant de respecter la règle énoncée précédemment.

4/4 La fonction de non-répétition

La fonction de non-répétition (voir A. 3.4) ne doit pas être obtenue en limitant le temps de cycle au moyen d'une temporisation mais en détectant le point du cycle à compter duquel l'arrêt de la presse sera commandé même si la commande est maintenue actionnée et où s'effectuera le contrôle de mise au repos des organes de commande pour autorisation du cycle suivant.

4/5 Contrôle de la rotation des cames

Il y a lieu de prendre toute précaution pour que la rotation de l'arbre à cames corresponde bien à celle du vilebrequin.

Les entraînements susceptibles de glisser (courroies lisses, disques de friction) ou peu sûrs (à vis pointeau, avec collage, etc.) sont impérativement à exclure.

Les cames qui ne font pas partie intégrante du vilebrequin doivent être contrôlées en rotation.

Le contrôle de la rotation des cames peut être obtenu, par exemple :

- en s'assurant qu'un signal électrique provoqué par la rotation elle-même (dynamo par exemple) est bien présent quand les détecteurs de « remontée automatique » sont dans l'état correspondant à cette phase du cycle ;
- en vérifiant la concordance des signaux émis par 2 cames, chacune associée à un détecteur de position, une montée sur le vilebrequin, l'autre sur l'arbre à cames.

Lors du remplacement d'une boîte à cames, il est conseillé de la monter en entraînement rigide et de contrôler sa rotation en sortie d'arbre.

4/6 Réglage des cames

Le réglage des cames est nécessaire sur les presses à vitesse et course variables. Pour l'utilisation de la presse en reprise au coup par coup, elles doivent être réglées définitivement les unes par rapport aux autres en tenant compte des situations les plus défavorables et le seul réglage possible doit porter sur leur ensemble, c'est à dire sur la rotation de l'arbre à cames. Le positionnement de l'arbre à cames correspondant à chaque vitesse et course doit être fourni à l'utilisateur

par le rénovateur sous forme d'abaque ou de tableau. Les positions correspondantes ne doivent pas se dérégler intempestivement. A cet effet, elles ne doivent pas être assurées directement par des dispositifs à friction.

Les presses permettant un réglage de vitesse important, par exemple de 60 à 200 coups/mn ne sont pas utilisées en reprise avec les grandes vitesses. Aussi, la mise hors service du contrôle de performances de freinage (voir C 6), par le sélecteur de marche pour les fonctionnements en automatique devrait-elle résoudre le problème de la détermination de la position de la came prévue pour le contrôle des performances de freinage.

5. PRÉCAUTIONS DE MONTAGE POUR LIMITER LES RISQUES DUS À DES COURTS-CIRCUITS

Il y a des courts-circuits dont les effets peuvent être limités par des dispositions de protection telles que celles qui ont été déjà formulées en A.3.2 pour les courts-circuits qui peuvent affecter un conducteur actif et la masse et en A.2.1.1, pour les câbles volants des pupitres de commande bimanuelle lorsqu'il est fait appel à un bloc logique prenant en compte les courts-circuits pouvant survenir sur son câble de liaison.

Les autres catégories de courts-circuits pour lesquels il n'y a pas de mesure générale, notamment ceux qui peuvent théoriquement affecter deux conducteurs d'une même phase ou un conducteur et celui d'un autre circuit peuvent être réduits par des précautions de montage.

C'est ainsi qu'à l'occasion du recâblage de circuits intéressant certains points particulièrement sensibles, il y a lieu de prendre quelques précautions, notamment en rendant ces circuits les plus indépendants possible :

- en séparant le câblage des détecteurs assurant des fonctions de contrôle du câblage des alimentations et des récepteurs, dont les électrovannes ;
- en séparant les alimentations de chaque bobine de l'électrovanne double corps y compris au niveau de leurs passages dans les armoires qui doit se faire à l'aide de deux presse-étoupe différents ;
- en alimentant les électrovannes double corps par le circuit de commande de la presse et non pas par un autre circuit ;
- en séparant au maximum les circuits des relais de commande des électrovannes.

6. CONTRÔLE DES PERFORMANCES DE FREINAGE

Pour les fonctionnements au coup par coup avec intervention manuelle dans l'outil à chaque cycle, il y a lieu de prévoir un dispositif de contrôle des performances de freinage de la presse dès lors que la protection est assurée par une commande bimanuelle, un barrage immatériel ou un écran mobile muni d'un dispositif de verrouillage.

Un tel dispositif doit être en mesure de détecter tout dépassement de l'angle de freinage qui conduit le vilebrequin à plus de 30° du PMH, en interdisant le cycle suivant tant que le vilebrequin n'a pas été ramené au PMH, en mode réglage.

BIBLIOGRAPHIE

Pour les publications de l'INRS (notes documentaires, fiches pratiques de sécurité, brochures), il y a lieu de tenir compte de leur date d'édition, car elles contiennent parfois des rappels réglementaires et certaines mesures techniques qui peuvent avoir évolué depuis.

Des normes AFNOR sont citées bien que destinées principalement à la conception de machines neuves, car elles constituent une base de renseignements utile pour l'amélioration de la sécurité des machines en service.

- [1] *Presses pour le travail à froid des métaux. Amélioration de la sécurité sur les presses en service dans le cadre de leur rénovation. Guide à l'usage des utilisateurs et des préventeurs.* INRS, ED 783.
- [2] *Presses hydrauliques pour le travail à froid des métaux. Amélioration de la sécurité sur les presses en service dans le cadre de leur rénovation. Spécifications techniques à l'usage des préventeurs et des rénovateurs.* INRS, ED 882.
- [3] NF EN 294. *Sécurité des machines. Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs.* AFNOR, 1992.
- [4] *Interrupteurs de position à manœuvre positive d'ouverture et à action mécanique positive, utilisés pour la protection des personnes. Choix et montage.* INRS, ED 15.
- [5] *Sécurité des machines et des équipements de travail. Moyens de protection contre les risques mécaniques.* INRS, ED 807.
- [6] *Interrupteurs de position électromécaniques à clé.* INRS, ND 1902.
- [7] *Composants de sécurité. Dispositif de commande bimanuelle.* INRS, ED 97.
- [8] NF EN 574. *Sécurité des machines. Dispositifs de commande bimanuelle. Aspects fonctionnels. Principes de conception.* AFNOR, 1997.
- [9] NF E09-034. *Commandes bimanuelles synchrones. Spécifications techniques de prévention.* AFNOR, 1984.
- [10] *Schémas électriques des machines industrielles et sécurité.* INRS, ED 581.
- [11] NF EN 50205. *Relais à contacts guidés (liés).* AFNOR, 1998.
- [12] *Câblage des entrées et sorties des automates programmables industriels dédiés à la sécurité.* INRS, ED 905.
- [13] NF EN 60204-1. *Sécurité des machines. Équipement électrique des machines. Partie 1 : prescriptions générales.* AFNOR, 1998.
- [14] NF EN 61558-2-2. *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues. Partie 2-2 : règles particulières pour les transformateurs de commande.* AFNOR, 1999.
- [15] NF E85-101. *Éléments d'installations industrielles. Garde-corps métalliques. Terminologie. Dimensions. Essais.* AFNOR, 1988.
- [16] NF EN ISO 14122-3. *Sécurité des machines. Moyens d'accès permanents aux machines. Partie 3 : escaliers, échelles à marches et garde-corps.* AFNOR, 2001.
- [17] NF E85-010. *Éléments d'installations industrielles. Échelles métalliques fixes avec ou sans crinoline. Conception. Installation. Essais.* AFNOR, 1988.
- [18] NF EN ISO 14122-4. *Sécurité des machines. Moyens d'accès permanents aux machines. Partie 4 : échelles fixes.* AFNOR, 2005.

ANNEXES

Annexe 1

Directive 98/37/CEE Annexe I, exigence 1.2.7

Note relative à l'acceptation de certains automates programmables pour gérer des fonctions de sécurité sur machines

Objet : Note relative à l'acceptation de certains automates programmables pour gérer des fonctions de sécurité sur machines

Référence : DDU/e23/apids4

Contact CT5 : Dominique Dufumier

Résumé : dans certaines conditions, les automates programmables pourront être utilisés pour gérer des fonctions de sécurité

Plan de la note :

0. Présentation (présentation de l'envoi de la note aux directeurs régionaux du travail et de l'emploi)
1. Rappel du contexte technique et juridique
2. Automates dédiés à la sécurité
3. Automates standards utilisés en redondance avec un circuit électromagnétique
4. Automates standards utilisés sans redondance avec un circuit électromagnétique
5. Une démarche basée sur l'analyse des risques
 - 5.0. Ensemble des automates
 - 5.1. Automates programmables dédiés à la sécurité
 - 5.2. Automates standards utilisés en redondance avec un circuit électromécanique
 - 5.3. Automates standards seuls
6. Organisation du retour d'expérience

Comme suite à une réunion du 3 mars 1998 de la commission spécialisée n° 3 du conseil supérieur de la prévention des risques professionnels, veuillez trouver ci-joint un document sur les automates programmables qui pourra intéresser les services déconcentrés.

J'attache en effet la plus grande importance à ce que les agents des services déconcentrés aient connaissance de l'évolution de la doctrine en la matière. Ce document constitue indéniablement un tournant dans l'approche de l'acceptabilité des automates pour gérer des fonctions de sécurité, même si beaucoup de questions n'ont pas encore trouvé de réponses totalement satisfaisantes à ce jour.

Vous voudrez bien veiller à ce qu'ils me fassent remonter les informations dont ils auraient pu avoir connaissance à l'occasion de leur visite concernant des défaillances d'automates programmables pouvant mettre en cause la sécurité des utilisateurs d'équipements de travail. Ces informations pourront en effet être exploitées pour faire évoluer notre approche du problème.

Cette même note est également adressée aux organismes agréés chargés de procéder aux vérifications de conformité des équipements de travail à la demande de l'inspection du travail.

Le Chef de Bureau, CT5,
E. FRICHET-THIRION

1. Rappel du contexte technique et juridique

De 1983 à la directive Machines :

Lors de sa séance du 13 juin 1983, la commission spécialisée n° 3 du conseil supérieur de la prévention des risques professionnels avait été consultée sur l'opportunité de délivrer des visas d'examen technique provisoires sur des presses équipées d'automates programmables. Il avait alors été décidé que, pour les presses, les fonctions de sécurité directe (y compris la fonction de non-répétition) devaient être assurées par des relais électromécaniques classiques tandis que les fonctions de sécurité indirecte pouvaient être assurées par des automates.

L'extrait du rapport établi à l'issue de cette consultation avait été largement diffusé à tel point que la décision prise à l'époque a été souvent considérée comme représentant la doctrine du ministère et a été largement étendue à toutes sortes de machines autres que des presses.

Depuis cette date, le contexte juridique et industriel a complètement changé :

- sur le plan juridique, la directive Machines confie à des organismes notifiés au niveau européen le soin de certifier les machines et composants de sécurité de l'annexe IV, sans aucune intervention de la commission spécialisée n° 3 du conseil supérieur de la prévention des risques professionnels ; par ailleurs, si les organismes français ont passé des conventions avec le ministère de l'Emploi et de la Solidarité de façon à assurer des échanges d'information et une certaine harmonie entre les positions techniques prises par chacun, ces liens n'existent pas avec les autres organismes européens dont les experts peuvent avoir d'autres critères d'appréciation ; par ailleurs toute prescription technique imposée par le ministère de l'Emploi et de la Solidarité ne figurant pas

dans la directive serait considérée comme une entrave technique aux échanges.

- sur le plan industriel, les automates programmables standards se sont largement répandus car les systèmes électroniques présentent de nombreux avantages par rapport aux systèmes électromécaniques (moindre risque de panne et maintenance facilitée) ; par ailleurs, leurs performances à l'égard des perturbations environnementales et électromagnétiques se sont considérablement améliorées, à tel point que celles-ci ne posent plus guère de problèmes aux techniciens.

La principale difficulté qui empêchait jusqu'à présent les experts en prévention d'accepter ces dispositifs repose sur la très haute intégration des composants électroniques actuels et sur la présence de logiciel qui rendent difficiles les analyses en présence de défauts. En l'absence de garantie concernant celle-ci, tant l'ancien article R. 233-97 du code du travail¹ que le point 1.2.7. de l'annexe 1 au décret 92-767 du 29 juillet 1992² n'étaient pas satisfaits.

C'est pourquoi, les fonctions de sécurité continuaient à être gérées par des composants électromécaniques et cette exception était confirmée au niveau européen par la norme EN 60204-1 et plusieurs normes C³. Il faut malgré tout noter que, malgré ces normes et malgré la position prise par le ministère de l'Emploi et de la Solidarité en 1983, plusieurs rapports de vérification à la demande de l'inspection du travail font état d'automates standards utilisés pour gérer des fonctions de sécurité directe, notamment sur des machines autocertifiées en provenance d'autres pays européens. Par ailleurs, les schémas électriques des appareils de levage n'étaient pas dans le champ d'application de la norme EN 60204-1 et, de fait, de nombreux composants de sécurité destinés aux appareils de levage (contrôle

d'état de charge des grues mobiles, et dispositif anticollision de grues à tours notamment) font appel à des composants électroniques.

Des produits nouveaux apparaissent sur le marché :

Tout récemment des produits nouveaux sont apparus sur le marché : des constructeurs allemands ont conçu des applications avec des automates programmables dédiés à la sécurité en machinerie pour gérer des fonctions de sécurité directe. Ces applications sont figées donc non modifiables par l'utilisateur.

Le B.I.A. et le B.G. de Düsseldorf ont déjà examiné et validé ces automates programmables dédiés à la sécurité. Leurs certificats ne sont pas des attestations d'examen CE de type car les automates programmables dédiés à la sécurité ne sont pas des composants de sécurité de l'annexe IV. Par contre, les premières presses de l'annexe IV y ayant recours ont reçu un examen CE de type de la part de ces organismes tandis que d'autres fabricants en ont demandé un à l'INRS qui, pour l'instant, a réservé sa réponse. Celui-ci, pour sa part, a examiné de son côté et de manière approfondie l'un de ces dispositifs *a posteriori*. Ces produits font appel aux principes de redondance et même parfois de redondance diversitaire (c'est-à-dire avec des logiciels et des composants différents de façon à être moins sensibles à des défauts de mode commun). Les fabricants concernés ont mis en place une organisation capable de gérer le développement à venir du produit (intégrant d'éventuelles modifications logicielles par le fabricant lui-même).

Un fabricant français a également développé un produit en cours d'examen par l'INRS : un automate standard comportant un module intégré spécifique chargé de gérer des fonctions de sécurité par des com-

posants électromécaniques. Ce concept, plus traditionnel dans sa conception, présente des avantages comparables en matière d'intégration et de miniaturisation.

Le problème posé :

La question est de savoir quel degré de confiance les Autorités publiques, les constructeurs, utilisateurs et organismes de vérification, peuvent accorder aux concepts suivants pour gérer des fonctions de sécurité directe :

- automates dédiés à la sécurité (APIDs),
- automates standards (API) utilisés en redondance avec un circuit électromécanique,
- automates standards (API) utilisés seuls ou en redondance avec un autre automate.

2. Automates dédiés à la sécurité

Il s'agit d'automates qui au moins possèdent une bonne tenue aux facteurs d'environnement et électromagnétiques et sont conçus suivant des principes de redondance et d'autosurveillance pour exercer une fonction de sécurité.

L'INRS a déterminé les principales étapes d'une méthodologie d'analyse qui consiste à suivre le produit au fur et à mesure de sa conception (la validation *a posteriori* est très délicate). Cette méthodologie ne prétend pas à l'exhaustivité en ce qui concerne l'examen tant du matériel que du logiciel mais permet d'accorder un degré de confiance élevé aux dispositifs examinés.

À ce jour, si des interrogations demeurent du fait de l'absence d'exhaustivité de l'examen effectué sur le logiciel, aucune défaillance de nature à mettre en cause la sécurité n'a été mise en évidence sur les produits examinés. La question qui se pose aujourd'hui est donc de savoir si les interrogations qui subsistent

suffisent à refuser les automates programmables dédiés à la sécurité. L'INRS pense que, pour les produits examinés, les doutes qui subsistent sont suffisamment faibles pour lever cette restriction mais juge néanmoins nécessaire d'une part d'effectuer des études complémentaires et d'autre part d'exercer une certaine surveillance de leur utilisation effective sur le terrain, de façon à acquérir un retour d'expérience.

3. Automates standards utilisés en redondance avec un circuit électromécanique

Un article de la revue *Travail et Sécurité* de mai 1995 a déjà conclu que « l'emploi d'un automate programmable n'est pas un obstacle à l'obtention d'un bon niveau de sécurité dans la mesure où le traitement des fonctions de sécurité ne lui est pas confié exclusivement mais est confié aussi à une logique câblée spécifique »⁴.

Le même résultat peut être obtenu à l'aide d'un automate standard comportant un module intégré spécifique chargé de gérer des fonctions de sécurité par des composants électromécaniques ; les parties fonctionnelles et sécurité sont physiquement séparées.

4. Automates standards utilisés sans redondance avec un circuit électromécanique

Il s'agit d'automates standards, donc non dédiés aux fonctions de sécurité, mais que des fabricants professionnels ont intégré dans leur circuit de commande pour gérer des fonctions de sécurité directe sans aucun recours à des circuits câblés.

L'absence de publications connues sur le sujet ne doit pas faire oublier qu'il s'agit

d'une pratique assez répandue sur certains types d'équipements (verrouillage d'un protecteur mobile, par exemple).

5. Une démarche basée sur l'analyse des risques

Avant de procéder à un choix concernant la technologie des circuits de commande gérant des fonctions de sécurité, il y a lieu d'examiner la part prise par celui-ci dans la sécurité globale de la machine. En effet, si sur certaines machines très dangereuses la conception du circuit de commande contribue de manière importante à la prévention des risques (cas des presses, notamment), il arrive aussi que celle-ci repose pour l'essentiel sur d'autres mesures et que les effets prévisibles d'une éventuelle défaillance du circuit de commande apparaisse comme négligeable dans l'appréciation des risques.

En l'état actuel de la technique, il est quasiment impossible de s'assurer intégralement du respect de l'exigence essentielle 1.2.7 de l'annexe 1 à la directive Machines en utilisant des automates programmables, mais on peut s'en approcher dans certains cas.

C'est pourquoi il est proposé à l'ensemble des industriels et agents de prévention concernés de choisir le ou les types de technologie appropriée à l'analyse des risques effectuée en prenant en considération les précautions élémentaires suivantes.

5.0. Ensemble des automates

Les critères suivants devront être respectés dans tous les cas :

- les fonctions de sécurité doivent être séparées de manière logique de la partie fonctionnelle,
- les fonctions de sécurité doivent être figées et non modifiables par l'utilisateur.

Outre les critères minima cités ci-dessus, les considérations suivantes devront être prises en compte en fonction des produits utilisés.

5.1. Automates programmables dédiés à la sécurité

- Pour les machines listées à l'annexe IV de la directive Machines sur lesquelles des circuits de commande sûrs de catégorie IV selon l'EN 954-1 sont couramment requis au moins pour certaines fonctions, les constructeurs et les organismes notifiés n'accepteront sous leur responsabilité les automates programmables dédiés à la sécurité que s'ils ont été reconnus d'un niveau équivalent avec leur applicatif par un organisme compétent⁵.
- Pour les autres machines présentant des risques élevés (accès fréquent à la zone dangereuse, gravité élevée, et possibilité d'évitement faible), pour lesquelles il est également exigé un circuit de commande de catégorie IV, les fabricants devront avoir un niveau d'exigence comparable.
- Pour les machines exposant à des risques plus faibles, des automates dédiés aux fonctions de sécurité peuvent bien entendu être intégrés dans des circuits de commande de catégorie appropriée.

Les automates, même dédiés à des fonctions de sécurité directe, ne sont pas des composants de sécurité pouvant être mis isolément sur le marché car c'est la qualité de l'ensemble de l'applicatif qui en fait vraiment un composant de sécurité : commande bimanuelle, arrêt d'urgence, par exemple. Il faut donc rester prudent en ce qui concerne leur utilisation sur des machines (ou ensembles de machines) déjà en service car la sécurité des opérateurs dépend des applications qui en sont faites. Or, la mise en œuvre de ce type de composants complexes et la vérification du programme du logiciel d'application restent des opérations délicates. Il est

donc déconseillé aux non-professionnels de recourir à ces dispositifs.

5.2. Automates standards utilisés en redondance avec un circuit électromécanique

Ces automates sont admis si l'ensemble du circuit est conforme aux règles de l'art de façon à réaliser des modes de marche et d'arrêt sûrs.

5.3. Automates standards seuls

Les automates standard peuvent permettre, comme par le passé, de gérer des fonctions de sécurité indirectes (telles que autosurveillance des composants, par exemple).

L'utilisation d'automates standard pour gérer des fonctions de sécurité directe ne pourra se faire qu'au terme d'une analyse des risques démontrant que la fonction de sécurité gérée par l'automate n'est pas utilisée seule mais qu'elle vient en complément d'autres mesures de prévention.

Par exemple, les contrôles d'état de charge de grues mobiles ou les contrôles d'interférence entre grues à tour sont couramment gérés par des cartes électroniques mais il s'agit d'auxiliaires de sécurité utiles pour l'organisation sûre du chantier qui ne suffisent pas à prévenir à eux seuls les surcharges ou les interférences (au demeurant, ces derniers dispositifs ne sont pas capables d'intégrer certaines variables telles que la dimension des charges ou leur balancement).

Dans de tels cas, il est alors conseillé d'utiliser des automates redondants de technologie différente et une autosurveillance des informations de sortie données par les dits automates.

6. Organisation du retour d'expérience

Le retour d'expérience suppose que l'on puisse exploiter les renseignements en pro-

venance non seulement des accidents (en général connus des services de prévention et de l'inspection du travail) mais aussi des incidents pouvant avoir pour origine des automates programmables. Ceci implique une participation la plus large possible, sur la base du volontariat, de l'ensemble des acteurs de la vie économique intéressés aux aspects de sécurité.

Les fabricants, assembleurs, intégrateurs, utilisateurs, agents de prévention des Caisses régionales d'assurance maladie, et inspecteurs du travail ayant connaissance d'accidents mais aussi de simples incidents pouvant avoir pour cause une défaillance d'un automate programmable sont invités à faire remonter l'information à toutes les personnes intéressées. Ils préciseront, entre autres,

- un récit de l'incident ou de l'accident,
- les références commerciales de l'automate et les noms et adresses des fabricants ou distributeurs ;
- s'il s'agit d'un automate dédié aux fonctions de sécurité ou d'automates standards (préciser dans ce cas si ces derniers sont utilisés de manière redondante),
- quelles sont les fonctions de sécurité gérées par automate,

- si possible, les causes des défaillances (boîte noire, cahier d'incidents, etc.),
- le cas échéant, une expertise pourra être effectuée pour déterminer précisément les causes techniques ayant conduit à des incidents/accidents.

Ces signalements d'incident seront également transmis au ministère chargé du travail. Celui-ci, en liaison avec la commission spécialisée n° 3 du conseil supérieur de la prévention des risques professionnels fera à nouveau le point sur cette question d'ici deux ans pour tenir compte des retours d'expérience et examiner si cette position peut évoluer.

¹ Décret 80-543 du 15 juillet 1980 encore applicable jusqu'au 31/12/1994.

² Transposant l'annexe 1 de la directive Machines 89/392 CEE.

³ Notamment les normes et projets de normes sur les presses à métaux EN 692 et pr EN 693.

⁴ Cf. *Travail et sécurité*, mai 95, Marc Kneppert.

⁵ On considérera comme organisme compétent un organisme capable à la fois de tester le comportement des matériels par rapport aux perturbations environnementales et d'analyser la conception des logiciels du circuit de commande. Il s'agira par exemple d'un organisme déjà notifié dans le domaine des machines concernées ou dans le domaine des composants de sécurité.

Document trouvé dans la base de données réglementaire HYSETRA® 99

Réglementation applicable aux équipements de travail, composants de sécurité et EPI, ministère du Travail et des Affaires sociales - CETIM

Annexe 2

Rénovation de presses avec automate de sécurité

Recommandation concernant le logiciel de commande

Application à l'automate PILZ

Jean-Philippe GÉRARDIN

CIMPE

Juin 2001

lysés. C'est pourquoi nous invitons nos lecteurs à nous faire connaître les difficultés ou les problèmes rencontrés dans leurs propres réalisations.

Introduction

Ce document n'est pas un cahier des charges. Il n'est que la compilation de considérations techniques récoltées au cours d'analyses critiques du logiciel applicatif de plusieurs réalisations industrielles de rénovation de presses.

Ces analyses ont en effet mis en évidence un certain nombre d'erreurs ou de faiblesses de conception plus ou moins graves.

Ce document a donc pour but d'attirer l'attention des rénovateurs sur ces points sensibles afin de les aider à concevoir des logiciels de commande de presse plus sûrs. En ce sens, il ne prétend nullement être exhaustif : les recommandations mentionnées ici sont sans doute nécessaires, mais bien sûr non suffisantes pour garantir la sécurité de l'application.

La vocation d'un tel document est de faire progresser rapidement la maîtrise d'une nouvelle technologie prometteuse : l'automate programmable de sécurité. Cette maîtrise sera d'autant plus rapide que les problèmes rencontrés seront connus et ana-

1. Sélecteur de mode de marche

Recommandation :

Un défaut du sélecteur, signalé par la sortie FG du bloc SB 051 ou SB 052, doit impérativement arrêter le moteur ou empêcher sa mise en route.

Si le moteur est piloté par un variateur, le défaut sélecteur doit également faire retomber le contacteur d'alimentation du variateur.

Événement redouté :

En fonctionnement **RÉGLAGE SANS MOTEUR**, une défaillance du sélecteur de mode de marche provoque la mise à zéro du mot de sortie BA du bloc SB 051 ou SB 052. Dans certains programmes, ceci peut se traduire par une autorisation de mise en marche du moteur. Il y a alors risque de déplacement intempestif du coulisseau lorsque, presse embrayée, le bouton « Marche moteur » est actionné. Ceci peut également se produire en cas de défaillance de ce bouton de commande (court-circuit, collage) ou de dysfonctionnement du variateur.

2. Commande moteur

Recommandation :

Lorsque le moteur est piloté par un variateur, le contacteur d'alimentation de ce dernier doit être ouvert dans les modes **ARRÊT** et **RÉGLAGE SANS MOTEUR**.

L'ouverture effective du contacteur doit être contrôlée ; ce qui nécessite une information de retour (contact NF auxiliaire lié aux contacts de puissance du contacteur par exemple).

L'utilisation d'un bloc SB 067 est préconisée pour piloter et contrôler ce contacteur.

L'information « Contacteur variateur ouvert » devra figurer dans les conditions d'autorisation d'embrayage en mode **RÉGLAGE SANS MOTEUR**.

Événement redouté :

Mise en marche intempestive du moteur sur une défaillance interne du variateur ayant pour conséquence un déplacement intempestif du coulisseau, lorsque la presse est embrayée.

3. Boîte à cames

Recommandation 1 :

Le contact associé à la came de remontée automatique (correspondant au paramètre HL du bloc SB 074) doit être un contact NO. Le profil de la came est donc l'inverse de celui spécifié dans la documentation PILZ (pages 4-104 du manuel d'utilisation *Blocs fonctions standard PSS - MBS Presses excentriques*. Version 2.1, réf. 19 198).

Événement redouté :

Non-arrêt du mouvement de descente du coulisseau au relâché de la commande bimanuelle, en cas de défaut d'actionnement du contact de remontée automatique

(désolidarisation du contact de son support par exemple).

Recommandation 2 :

Au contact NF de la came de P.M.H. (correspondant au paramètre NL du bloc SB 074) sera associé un second contact de type NO.

Un contrôle permanent de la cohérence de ces deux informations devra être réalisé par le programme (voir exemple de réalisation en annexe).

En cas d'incohérence entre ces deux informations, un défaut « Liaison cames » doit être généré. Ce défaut devra avoir la même incidence que le « défaut cames » généré par le bloc SB 074 lui-même (voir Recommandation 3).

Événement redouté :

Une coupure globale de la liaison électrique entre la boîte à came et l'automate n'est pas détectée par le bloc SB 074. Ce défaut peut notamment provoquer une mise à la volée de la presse (cas où le défaut survient en phase descente en mode **COUP/COUP PÉDALE**).

Recommandation 3 :

Tout défaut affectant les informations de cames : défaut cames détecté par le bloc SB 074, défaut d'entraînement de la boîte à cames détecté par le bloc SB 077, défaut de liaison électrique entre la boîte à cames et l'automate (voir Recommandation précédente) doit provoquer un arrêt **immédiat** de la presse **et** une coupure moteur.

L'acquiescement du défaut, nécessaire à un redémarrage de la presse, ne doit pouvoir se faire que dans un mode **RÉGLAGE**, afin de nécessiter l'intervention d'un agent de maintenance.

Événements redoutés :

Si le bloc de gestion des cames SB 074 détecte en principe tout défaut unique affectant

tant une information de came, il accepte en revanche d'être réarmé même si le défaut n'a pas disparu. Cela amène dans certains cas des dysfonctionnements aberrants (cycle presse entre PMB et PMB sans arrêt au PMH) ou une mise à la volée de la presse en cas de survenue d'un second défaut came.

4. Commande des électrovannes

L'électrovanne de commande de l'embrayage/frein (ou les électrovannes lorsque embrayage et freins sont séparés) doit (doivent) toujours être pilotée(s) par des sorties redondantes de l'automate.

Recommandation :

L'électrovanne sera raccordée directement aux sorties de l'automate en évitant tout relayage intermédiaire ; ce qui nécessite d'utiliser une électrovanne 24 V CC.

En cas d'utilisation d'une électrovanne à sécurité intrinsèque, il est néanmoins nécessaire de disposer d'un retour d'information de discordance. L'apparition d'une discordance doit se traduire par un arrêt immédiat de la presse, l'information correspondante doit donc figurer dans les conditions d'élaboration du paramètre StFG (Autorisation statique) du bloc SB 056 (gestion du fonctionnement de la presse).

Remarque :

Le bloc SB 081, utilisé dans le cas d'électrovannes embrayage et frein séparés présente un fonctionnement particulier : la sortie défaut FG passe systématiquement à « 0 » à chaque retombée de la sortie de commande de l'électrovanne (Y) ; ceci durant un laps de temps correspondant au temps de commutation de la boucle de retour (entrée S).

Ce défaut électrovanne fugitif systématique peut provoquer des mises en sécurité intempestives de la presse, notamment en cas

d'appuis brefs et répétés sur la commande bimanuelle en mode **RÉGLAGE SANS MOTEUR**.

Pour éviter ces aléas de fonctionnement, le rénovateur peut décider de « filtrer » ces défauts fugitifs. Le risque est alors d'introduire des effets secondaires préjudiciables à la sécurité de la presse. Cas rencontré : démarrage de la presse sur un simple acquittement défaut après correction d'un défaut électrovanne.

5. Protection avant

Recommandation :

Que la protection avant soit réalisée par un écran manuel ou par un barrage immatériel, un test de fonctionnement est obligatoire à la mise sous tension de l'installation.

Pour un écran géré par le bloc SB 066, les paramètres ARSt, AuSt et NFkT seront tous les trois positionnés à « 0 ».

Pour un barrage immatériel géré par le bloc SB 069, le paramètre SSeq doit être positionné à « 0 ».

Événement redouté :

Shunt accidentel (ou volontaire !) des contacts d'écran ou des relais de sortie du barrage.

6. Commande d'embrayage

Rappel :

Lorsque plusieurs organes de commande sont présents sur la machine (bimanuelle, pédale, bouton « Départ cycle »), un seul d'entre eux doit être autorisé pour un mode de marche sélectionné.

Recommandation :

Toute information de commande d'embrayage issue d'un organe de service

(pédale, bouton poussoir), autre que la bimanuelle, ou issue d'un périphérique de la presse (en mode **COUP/COUP AUTOMATIQUE** notamment) doit être constituée de deux contacts complémentaires (1 NO, 1 NF).

Chacune de ces informations sera traitée par un bloc SB 059 spécifique (les entrées T2.2 et T2.4 étant respectivement identiques aux entrées T1.2 et T1.4).

Pour un mode de fonctionnement sélectionné, un seul de ces blocs SB 059 sera autorisé (paramètres STFG des blocs exclusifs).

Le paramètre d'entrée MEin de chacun des blocs sera positionné à la valeur de sortie PEin du bloc de gestion presse SB 056 pour réaliser un contrôle de non-collage de l'information de commande.

Événement redouté :

Embrayage intempestif de la presse sur un court-circuit au niveau de l'organe de service ou de l'information de commande issue d'un périphérique.

7. Verrouillage moteur-embrayage

Rappel :

Un arrêt moteur doit provoquer une coupure de l'embrayage.

Recommandation :

L'information « Arrêt moteur » doit figurer dans les conditions d'élaboration du paramètre StFG (Autorisation statique) du bloc SB 056 (gestion du fonctionnement de la presse), plutôt que dans celles du paramètre SrFG (Autorisation de départ) de ce même bloc.

Événement redouté :

Redémarrage de la presse à la volée sur un simple redémarrage moteur.

8. Contrôle d'arrêt du volant moteur

Le passage d'un mode de marche avec moteur au mode **RÉGLAGE SANS MOTEUR** ou l'inversion du sens de marche du moteur ne peut se faire que lorsque le volant moteur est totalement arrêté.

Recommandation 1 :

Lorsque le contrôle d'arrêt de rotation est réalisé par le simple déroulement d'une temporisation à l'issue de l'ordre d'arrêt moteur, il est nécessaire de contrôler la retombée effective des contacteurs moteur avant d'autoriser le changement de mode de marche (surveillance d'un contact NF auxiliaire lié aux contacts de puissance pour chacun des contacteurs de commande moteur).

Recommandation 2 :

Lorsque la presse est mise sous tension avec l'un des deux modes **RÉGLAGE SANS MOTEUR** ou **RÉGLAGE ARRIÈRE** sélectionné, la temporisation mentionnée ci-dessus doit être systématiquement réarmée.

L'embrayage doit être rendu impossible tant que la temporisation n'est pas arrivée à échéance.

Événement redouté :

Perte du contrôle d'arrêt du volant moteur en cas de disparition temporaire de la tension d'alimentation de l'automate. La conséquence pouvant être un déplacement inattendu du coulisseau en mode **RÉGLAGE SANS MOTEUR** dans le cas où la presse est embrayée alors que le volant continue à tourner sur son inertie.

Annexe : exemple de réalisation d'un autocontrôle de la liaison électrique boîte à cames-automate

ACQUIT DÉFAUT : Segment 02

ACQUITTEMENT D'UN DÉFAUT CAMES

Un défaut cames (boite, entraînement ou liaison) ne peut être acquitté que dans un mode RÉGLAGE

```
:
:L   M 070.00.BP NO Acquit      Bouton acquittement défaut
:U(
:L   M 074.00.Regl Ss Moteur    Mode « Réglage sans moteur »
:O   M 074.01.Regl Arriere      Mode « Réglage arrière »
:O   M 074.02.Regl Avant       Mode « Réglage avant »
:)
:=   M 074.23.Acq Def Cames     Acquittement d'un défaut cames
:
```

```
*****
* M 070.00.BP NO Acquit      Bouton acquittement défaut *
* M 074.00.Regl Ss Moteur    Mode « Réglage sans moteur » *
* M 074.01.Regl Arriere      Mode « Réglage arrière » *
* M 074.02.Regl Avant       Mode « Réglage avant » *
* M 074.23.Acq Def Cames     Acquittement d'un défaut cames *
*****
```

CONTRL LIAISON : Segment 04

SURVEILLANCE DE LA LIAISON BOÎTE À CAMES AUTOMATE

Un défaut liaison boîte à cames automate est déclaré dès que les deux entrées de contacts NF et NO de la came PMH ont simultanément la même valeur pendant plus de 150 ms

Effacement du défaut par le BP acquittement (en mode RÉGLAGE)

Acquittement automatique à la mise sous tension.

```
:
:L   KF 000003
:L   M 071.28.Came PMH        Came de Point Mort Haut
:U   M 073.19.Came Securite   Came de contrôle liaison automate-cames
```

```

:O(
:LN  M 071.28.Came PMH           Came de Point Mort Haut
:UN  M 073.19.Came Securite      Came de contrôle liaison automate-cames
:)
:SE  T 068.0.Temp Ctrl Came      Tempo contrôle liaison boîte à cames-API
:
:L   T 068.Temp Ctrl Came        Tempo contrôle liaison boîte à cames-API
:R   M 073.21.Def Info Cames     Défaut de liaison boîte à cames-automate
:
:L   M 074.23.Acq Def Cames      Acquittance d'un défaut cames
:O   M 113.03.Premier Cycle      Premier cycle automate (bit système)
:S   M 073.21.Def Info Cames     Défaut de liaison boîte à cames-automate
:

```

```

* M 071.28.Came PMH           Came de Point Mort Haut *
* M 073.19.Came Securite      Came de contrôle liaison automate-cames *
* M 073.21.Def Info Cames     Défaut de liaison boîte à cames-automate *
* M 074.23.Acq Def Cames      Acquittance d'un défaut cames *
* M 113.03.Premier Cycle      Premier cycle automate (bit système) *
* T 068.Temp Ctrl Came        Tempo contrôle liaison boîte à cames-API *

```

Annexe 3

Rénovation de presses avec automate de sécurité PILZ

Recommandations concernant la boîte à cames et le traitement de ses informations

Groupe de travail :
BAUDOIN James, INRS
BELLO Jean-Paul, INRS
GÉRARDIN Jean-Philippe, CIMPE
GILLOT Jacques, CRAMIF
Avril 2003

1. État actuel

L'automate PILZ et son bloc logiciel associé SB074, certifiés en Allemagne, ne nécessitent, aujourd'hui, qu'une seule et unique information de remontée automatique pour commander une presse mécanique. Ceci est conforme à une pratique largement répandue outre-Rhin et dans d'autres pays européens.

Les presses rénovées en France avec cet automate utilisent donc ce principe.

Ce mode de fonctionnement laisse subsister un risque résiduel pour l'opérateur dû à l'inhibition possible de la protection en phase de descente du coulisseau lors d'une défaillance mécanique ou électrique de l'interrupteur de position délivrant l'information de remontée automatique (voir détail en annexe).

Pour minimiser ce risque, le CIMPE et l'INRS ont, dans un premier temps, proposé les mesures suivantes :

- adopter une configuration de came contraire à celle spécifiée dans la documentation PILZ, à savoir : bossage de came sur la remontée et contact de came de type NO¹,
- réduire considérablement la probabilité de court-circuit en réalisant le câblage de la boîte à cames selon les règles de l'art formalisées dans la norme EN 60204-1².

2. Évolution souhaitable

Sur ce point particulier, il apparaît néanmoins qu'une logique de commande utilisant l'automate PILZ n'est pas d'un niveau équivalent à celui d'une logique électromécanique élaborée selon des **schémas éprouvés utilisant, par exemple, les principes préconisés par l'INRS depuis le début des années 80**^{3,4}.

¹ Rénovation de presses avec automate de sécurité. Recommandations concernant le logiciel de commande. Application à l'automate PILZ. Jean-Philippe Gérardin, CIMPE, juin 2001.

² Norme EN 60204-1 Sécurité des machines. Équipement électrique des machines. Partie 1 : prescriptions générales. Avril 1998.

³ Rénovation des presses mécaniques à embrayage à friction. Exemples de schémas électriques. B. Mougeot, M. Fauconnet, INRS, ND 1629-127-87. *Ce document n'est plus diffusé.*

⁴ Presses pour le travail à froid des métaux. Amélioration de la sécurité sur les presses en service dans le cadre de leur rénovation. Spécifications techniques à l'usage des préventeurs et des rénovateurs. INRS, ED 782.

En effet, dans ce dernier cas, la redondance imposée sur l'information de remontée automatique pallie le risque résiduel évoqué ci-dessus.

Il est donc souhaitable d'étudier la possibilité d'améliorer ce point ; cela, sans remettre en cause, du moins dans l'immédiat, la certification du bloc logiciel de gestion des informations de cames.

3. Propositions d'améliorations

Une réflexion commune entre le CIMPE, l'INRS et la CRAMIF a abouti aux propositions de solutions suivantes en ce qui concerne les informations de cames et leur traitement par l'automate.

3.1. Information de position « P.M.H. »

Cette information peut provenir d'un interrupteur de position **unique**.

Le profil de la came d'actionnement de cet interrupteur doit présenter un **creux au P.M.H.** comme indiqué dans la documentation PILZ. Le contact associé à l'interrupteur est un **contact NF** qui n'est pas nécessairement à manœuvre positive d'ouverture.

3.2. Information de remontée automatique

Cette information **doit** être élaborée selon l'une ou l'autre des deux solutions proposées ci-dessous. Le choix est laissé au rénovateur de retenir celle des deux qui lui semble la plus simple de mise en œuvre sur la presse à rénover.

a) Utilisation de **deux interrupteurs de position**

Deux cames actionnent chacune un interrupteur. Leur **profil est identique** et peut être soit un creux, soit une bosse à la descente (profil indifférent).

Un seul contact par interrupteur est utilisé. Les deux **contacts** sont **complémentaires** (un NO pour l'un des interrupteurs, un NF pour l'autre).

L'un délivre un signal, identifié « *Info Came Remontée* », actif à la remontée.

L'autre délivre un signal, identifié « *Info Came Sécurité* », inactif à la remontée.

L'information d'entrée « HL » du bloc SB074 de gestion des cames est l'**information redondante**, résultat de l'équation logique :

$$\begin{aligned} \text{« HL »} &= \text{« Info Came Remontée »} \\ &\text{ET PAS « Info Came Sécurité »} \end{aligned}$$

Le logiciel doit de plus intégrer un **autocontrôle permanent de la complémentarité** des deux signaux « *info Came Remontée* » et « *info Came Sécurité* ». Grâce à quoi, la validité de l'information « HL » et l'intégrité de la liaison électrique boîte à cames/automate (voir annexe) sont simultanément contrôlées.

b) Utilisation d'un interrupteur de position **unique**

Le profil de la came d'actionnement de cet interrupteur doit **impérativement** présenter un **creux en phase descente** (profil inverse de celui indiqué dans la documentation PILZ).

Il doit comporter **deux contacts complémentaires** :

- un NO délivrant le signal identifié « *Info Came Remontée* »,
- un NF délivrant le signal identifié « *Info Came Sécurité* ».

Le traitement de ces deux signaux est identique à celui décrit précédemment : **redondance** de l'information « HL » et **autocontrôle** de leur complémentarité.

3.3. Contrôle de rotation de la boîte à cames

Plusieurs cas de dysfonctionnements dangereux se sont récemment produits sur des presses suite à une défaillance mécanique

de l'entraînement de la boîte à cames alors même que ce dernier faisait appel à une liaison réputée sûre (cascade de pignons, arbre rigide...).

Il semble donc souhaitable d'exiger un **contrôle de rotation systématique** de la boîte à cames.

Seules des cames faisant partie intégrante du vilebrequin pourraient rendre ce contrôle superflu.

3.4. Verrouillage des cames sur leur axe

Rappel :

Les positions des cames ne doivent pas pouvoir se dérégler intempestivement. Il est donc nécessaire que la liaison de celles-ci à leur axe et la liaison de cet axe au vilebrequin soit de nature à empêcher tout glissement parasite.

4. Mesure complémentaire

La possibilité de réarmer le bloc SB074 malgré la persistance d'un défaut et les fonctionnements aberrants qui peuvent en résulter (voir détail en annexe), imposent de verrouiller la presse dès le premier défaut affectant une information de came.

De plus, l'acquiescement du défaut ne doit pouvoir s'opérer que par un BP spécifique à **usage du seul personnel de maintenance autorisé**.

Annexe : commande de presse avec automate PILZ, principes et faiblesses du traitement des informations de cames

1. Traitement des informations de cames par l'automate

La gestion par programme du fonctionnement de la presse nécessite deux informations essentielles qui sont :

- presse au Point Mort Haut (OT),
- coulisseau en phase de remontée (UN).

Ces deux informations sont générées en interne par le bloc logiciel certifié SB074.

Pour cela, ce dernier exploite trois informations d'entrée :

- une information « Remontée automatique » (HL),
- une information « Dépassement » ou « Position P.M.H. » (NL),
- une information « Dynamique » (DY).

Seules les deux premières concourent à la fonction de sécurité d'anti-répétition et doivent nécessairement provenir d'une boîte à cames électromécanique. La dernière permet, pour les presses à vitesse variable, d'assurer un arrêt exact au P.M.H. quelle que soit la vitesse de fonctionnement. Elle peut éventuellement provenir d'un programmeur à cames électronique (voir diagramme 1).

Pour les presses à vitesse constante cette troisième information est obtenue simplement en complétant, par logiciel, le signal NL issu de la came mécanique P.M.H. (voir diagramme 2).

Remarque :

Toutes les rénovations industrielles analysées par le CIMPE utilisaient ce fonctionnement avec deux cames mécaniques.

2. Efficacité du traitement des informations de cames

Nos essais réalisés en laboratoire ont montré que la fonction d'anti-répétition est toujours assurée quel que soit le défaut unique affectant l'un ou l'autre des interrupteurs de position associés à ces deux cames.

En revanche, ces mêmes essais ont révélé deux « faiblesses » du principe de gestion des informations de cames :

➤ **Le bloc SB074 accepte d'être réarmé malgré la persistance d'un défaut**

Ce qui peut conduire aux situations aberrantes ou dangereuses suivantes :

1. arrêt cyclique au P.M.B au lieu du P.M.H (défaut : le contact NF associé à la came P.M.H. n'est plus actionné ou reste soudé ; le signal NL est donc toujours à « 1 »),
2. arrêt systématique au P.M.H. jusqu'à l'apparition d'un second défaut qui provoque alors un fonctionnement à la volée (premier défaut : contact NF associé à la came P.M.H. toujours ouvert ; signal P.M.H. toujours à « 0 » ; deuxième défaut : signal HL de remontée automatique restant bloqué à « 1 »).

➤ **Une coupure totale de la liaison électrique boîte à cames / automate n'est pas détectée**

La perte simultanée de l'ensemble des informations de came (occasionnée, par exemple, par un sectionnement du câble électrique reliant la boîte à cames à l'automate) ne se traduit pas par un arrêt immédiat de la presse ni par un verrouillage de son démarrage.

3. Risque résiduel lié à l'unicité de l'information remontée automatique

L'information « Coulisseau en phase de remontée » étant élaborée à partir d'une came, d'un interrupteur de position et d'un contact uniques, la défaillance de l'un ou l'autre de ces organes peut se traduire par une information erronée.

Si celle-ci survient avant le P.M.B. elle aura pour conséquence une inhibition prématurée du dispositif de protection de l'opérateur

(barrage immatériel ou commande bimanneuelle) avec une partie de la course de descente du coulisseau non protégée.

➤ **Analyse des conditions et de la probabilité d'occurrence de ce dysfonctionnement**

1. Défaillance mécanique

Lorsque le profil de came et la nature du contact sont conformes aux spécifications PILZ (bossage de came sur la phase descente avec contact NF), ce dysfonctionnement peut provenir d'une rupture, en phase de descente du coulisseau, de la fixation du bloc contact sur le bâti de la boîte à cames.

Ce type de défaillance a pu être observée, par l'INRS, lors d'essais d'endurance de boîtes à cames de différents constructeurs.

2. Défaillance électrique

Il peut s'agir d'un court-circuit entre les deux fils du contact « Remontée automatique » (quels que soient la nature de ce contact et le profil de la came associée).

Toutefois, pour induire le dysfonctionnement redouté il faut encore que le court-circuit remplisse les deux conditions suivantes :

- survenir après que la presse ait quitté le P.M.H. ; dans le cas contraire, il serait détecté lors de la commutation de la came « P.M.H. » à l'amorce de la phase de descente,
- ne concerner, de façon sélective, que les deux fils liés à ce contact ; puisqu'il est exigé, par ailleurs, que les contacts de cames soient alimentés par des sorties impulsives de l'automate, tout autre type de court-circuit serait détecté.

Diagramme fonctionnel avec came d'arrêt dynamique séparée

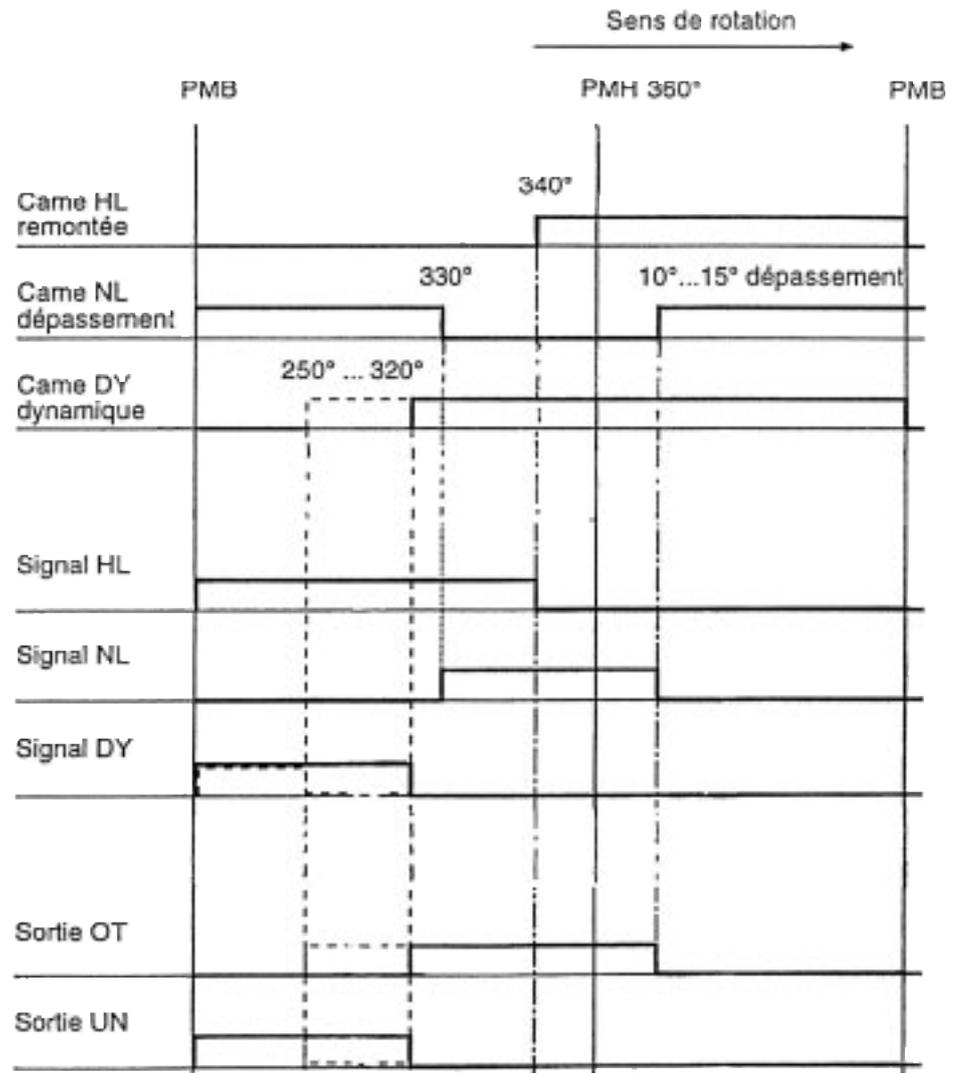


DIAGRAMME 1
Extrait de la documentation PILZ

Diagramme fonctionnel sans came d'arrêt dynamique séparée

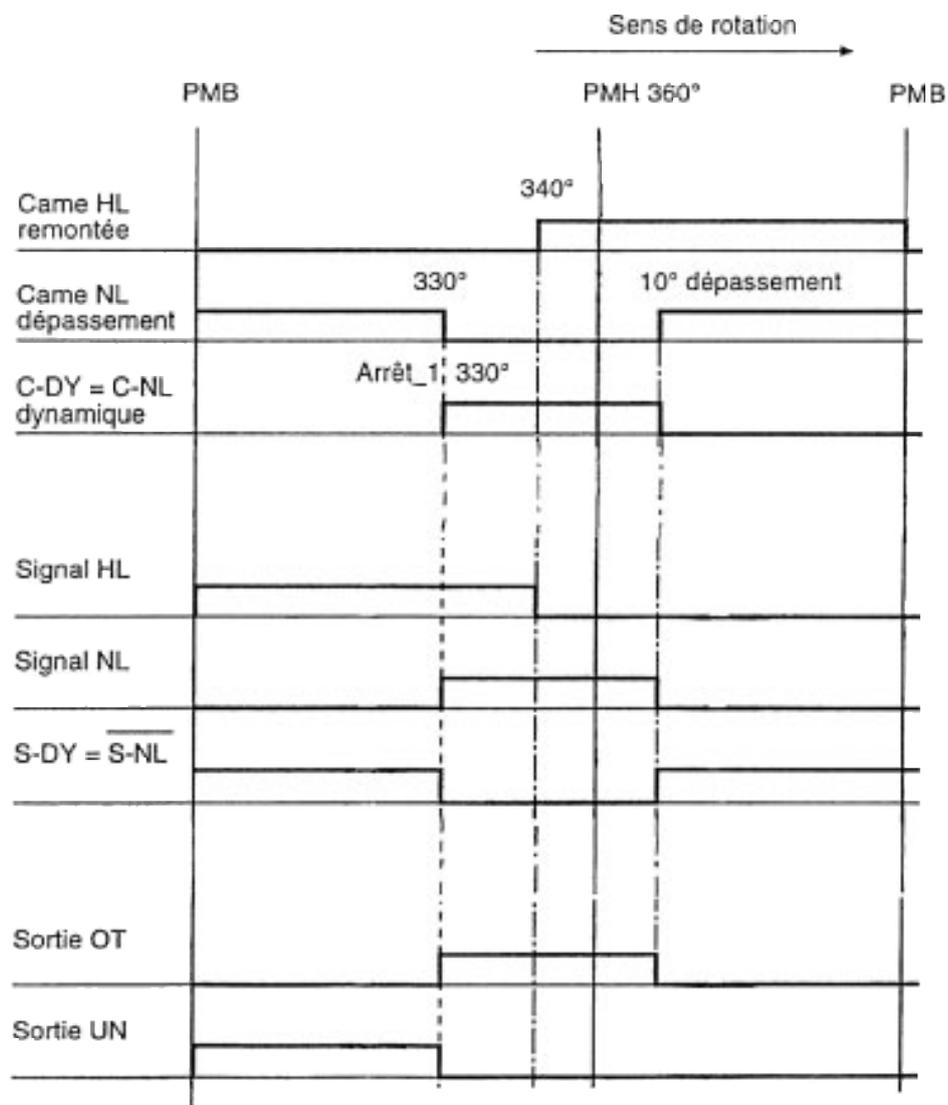


DIAGRAMME 2
Extrait de la documentation PILZ

Annexe 4

Logiciel applicatif de rénovation de presses

Manuel d'utilisation – version 3.3

CIMPE
Mars 2003

Pour obtenir ce document, veuillez vous adresser à :

CIMPE
27, av. de Bourgogne
54501 Vandœuvre cedex
Tél. : 03 83 50 20 75



COMPOGRAVURE
IMPRESSION, BROCHAGE
IMPRIMERIE CHIRAT
42540 ST-JUST-LA-PENDUE
DÉCEMBRE 2005
DÉPÔT LÉGAL 2005 N° 7911

IMPRIMÉ EN FRANCE

Pour commander les films (en prêt), les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service prévention de votre CRAM ou CGSS.

Services prévention des CRAM

ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
BP 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
www.cram-alsace-moselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.cram-alsace-moselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 89 21 62 20
fax 03 89 21 62 21
www.cram-alsace-moselle.fr

AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 00
fax 05 56 39 55 93
documentation.prevention@cramaquitaine.fr

AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 22
fax 04 73 42 70 15
preven.cram@wanadoo.fr

BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura,
58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord
38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 03 80 70 51 22
fax 03 80 70 51 73
prevention@cram-bfc.fr

BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
www.cram-bretagne.fr

CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintrailles
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 79 70 00
fax 02 38 79 70 30
prev@cram-centre.fr

CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
4 rue de la Reynie
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 79 00 64
doc.tapr@cram-centreouest.fr

ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,
78 Yvelines, 91 Essonne,
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr

LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@cram-lr.fr

MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 05 62 14 29 30
fax 05 62 14 26 92
doc.prev@cram-mp.fr

NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
service.prevention@cram-nordest.fr

NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 63 40
www.cram-nordpicardie.fr

NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 21
fax 02 35 03 58 29
catherine.lefebvre@cram-normandie.fr
dominique.morice@cram-normandie.fr

PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
BP 93405, 44034 Nantes cedex 1
tél. 02 51 72 84 00
fax 02 51 82 31 62
prevention@cram-pl.fr

RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme,
38 Isère, 42 Loire, 69 Rhône,
73 Savoie, 74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09
preventionrp@cramra.fr

SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@cram-sudest.fr

Services prévention des CGSS

GUADELOUPE

Immeuble CGRR
Rue Paul-Lacavé
97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00
fax 05 90 21 46 13
lina.palmont@cgss-guadeloupe.fr

GUYANE

Espace Turenne Radamonthe
Route de Raban, BP 7015
97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04
fax 05 94 29 83 01

LA RÉUNION

4 boulevard Doret
97405 Saint-Denis cedex
tél. 02 62 90 47 00
fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes
97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31
05 96 66 51 32
fax 05 96 51 81 54
prevention@cgss-martinique.fr

Ces spécifications techniques viennent compléter le guide à l'usage des utilisateurs et des préventeurs (ED 783).

Ce document présente des solutions techniques à mettre en œuvre pour améliorer la sécurité sur les presses lorsqu'elles ont été sélectionnées préalablement grâce à l'utilisation du guide précité. Il traite en particulier des prescriptions techniques communes applicables aux presses, quelle que soit leur technologie, ainsi que de celles qui concernent plus particulièrement les presses à clavette et les presses à embrayage à friction.

