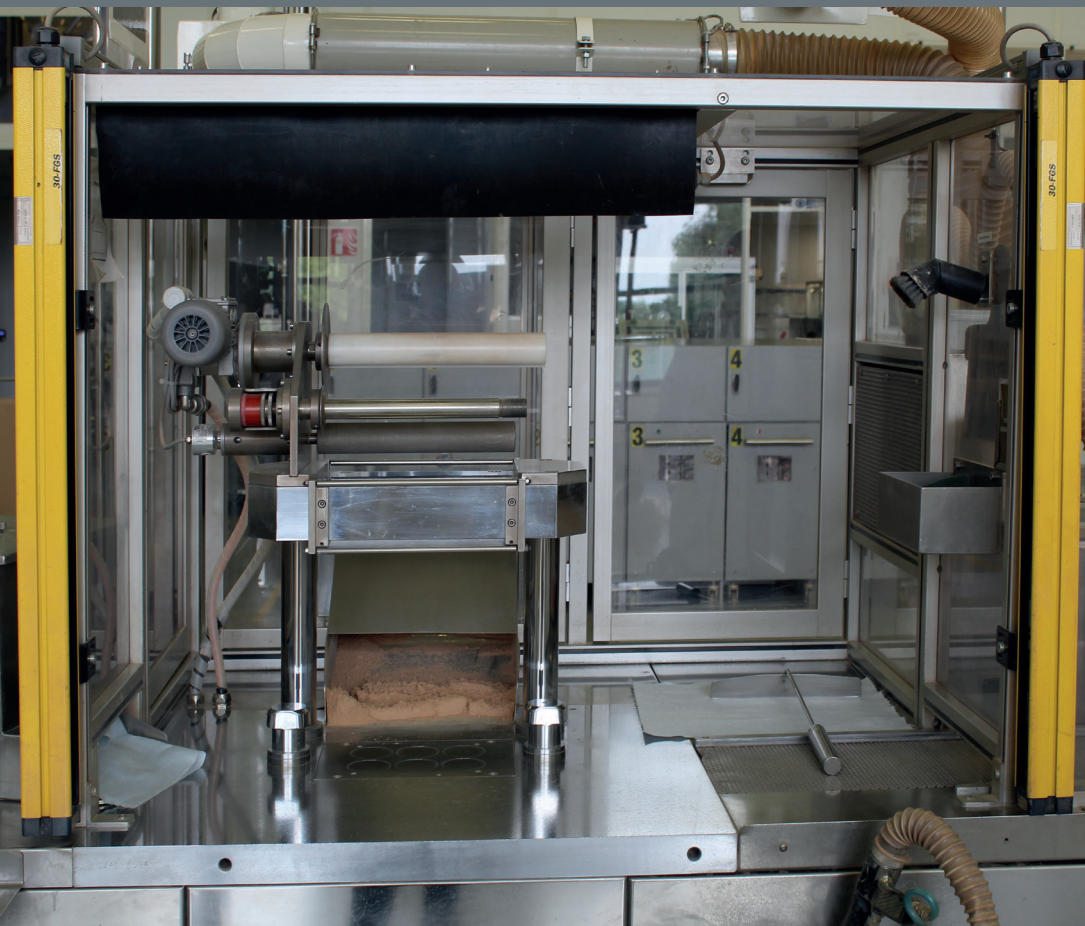


FICHE PRATIQUE DE SÉCURITÉ

ED 114



© L'Oréal/BRI

Protection invisible, la barrière immatérielle représente un triple progrès par rapport à la commande bimanuelle sur les machines à chargement manuel, notamment :

- un gain de productivité, par la réduction du temps d'immobilisation,*
- une diminution de la charge physique de travail et du risque de TMS encourus auparavant par les sollicitations fréquentes des boutons-poussoirs,*
- une sécurité nettement améliorée puisque le dispositif permet de protéger aussi les tiers.*

La présentation détaillée des caractéristiques de ces dispositifs permettra au chef d'entreprise d'établir un cahier des charges de modification.

Barrière immatérielle

Commande d'enchaînement de cycles par désoccultation

Dans l'industrie, des postes de travail sur machines requièrent que l'opérateur charge ou décharge manuellement et à fréquence élevée des petites pièces légères. La sécurité de l'opérateur peut alors être assurée par une commande bimanuelle synchrone à action maintenue pendant toutes les phases dangereuses. Cette commande bimanuelle constitue un moyen de prévention facile à mettre en œuvre et bon marché mais pas

efficace pour protéger les tiers. Elle présente également d'autres inconvénients. En effet, les opérateurs subissent une charge physique importante par l'effort statique et maintenu de la pression des doigts sur les deux boutons. Ces efforts, plus ou moins prolongés selon le temps de cycle, peuvent empêcher les opérateurs de bénéficier de marges de manœuvre ou d'une période de récupération qui leur seraient bénéfiques.

Le risque de troubles musculosquelettiques (TMS) est alors augmenté. Pour résoudre ces problèmes, la commande bimanuelle peut être remplacée par une barrière immatérielle.

La suite du document s'attache exclusivement au travail pour les pièces de petite taille (10 cm de côté et 100 g par exemple) entièrement déposées manuellement à l'intérieur de la zone de détection.

Ce document traite exclusivement des barrières immatérielles. D'autres technologies, telles que les scrutateurs laser, peuvent être utilisées en remplacement des commandes bimanuelles. La mise en œuvre de scrutateurs nécessite une évaluation des risques et de l'impact de la modification. Des documents tels que la norme NF EN ISO 12100 et les brochures ED 6281 et ED 6310 (voir *Bibliographie*) peuvent aider à sa réalisation.

RÉGLEMENTATION

Dès lors que la commande d'enchaînement des cycles par désoccultation d'une barrière immatérielle n'occasionne pas de risque supplémentaire, elle peut remplacer la commande bimanuelle, quelle que soit la date de mise en service de la machine. Le départ de la séquence (suite de cycles) devra toujours être commandé par une action volontaire.

■ **Pour les machines non CE**, le Code du travail¹ indique :

« La mise en marche des équipements de travail ne peut être obtenue que par l'action d'un opérateur sur l'organe de service prévu à cet effet, sauf si cette mise en marche, obtenue autrement, ne présente aucun risque pour les opérateurs intéressés. » (Art. R. 4324-8)

■ **Pour les machines CE**, le Code du travail précise :

« La mise en marche d'une machine ne peut s'effectuer que par une action volontaire sur un organe de service prévu à cet effet. Il en est de même :

– pour la remise en marche après un arrêt, quelle qu'en soit la cause ;
– pour la commande d'une modification importante des conditions de fonctionnement.

Toutefois, la remise en marche ou la modification des conditions de fonctionnement peut être effectuée par une action volontaire sur un organe autre que l'organe de service prévu à cet effet, à condition que cela n'entraîne pas de situation dangereuse. Dans le cas d'une machine fonctionnant en mode automatique, la mise en marche, la remise en marche après un arrêt ou la modification des conditions de fonctionnement peuvent se produire sans intervention, à condition que cela n'entraîne pas de situation dangereuse. » (voir § « 1.2.3. Mise en marche » figurant dans l'annexe I de l'article R. 4312-1 du code du travail)

Par exemple, la norme européenne harmonisée EN 692 : 2005 + A1 : 2009 sur les presses mécaniques prévoit explicitement la possibilité de commande d'enchaînement des cycles par désoccultation d'une barrière immatérielle (voir § 5.3.13).

¹ En vigueur lors de la première mise sur le marché de la machine. Ici, l'article cité est le texte en vigueur en juin 2018.

La barrière immatérielle avec commande d'enchaînement des cycles par désoccultation apporte une amélioration globale de la sécurité et de la santé des opérateurs, souvent associée à une augmentation de la productivité qui peut inciter l'industriel à investir dans cette solution performante.

L'objet de ce document, en complément du guide pratique ED 6289 (voir *Bibliographie*) traitant des modifications de machines, est de décrire :

– le cadre dans lequel une barrière immatérielle avec commande d'enchaînement des cycles par désoccultation peut être envisagée,
– les principales exigences de conception et de réalisation,
– les exigences complémentaires de réception et de vérification,
– les exigences complémentaires spécifiques aux presses pour le travail à froid des métaux.

DÉFINITIONS, PRINCIPE DE COMMANDE ET CONDITIONS D'APPLICATION

Définitions

■ **Barrière immatérielle principale** : barrière utilisée pour la commande d'enchaînement des cycles par désoccultation.

■ **Commande simple passage** : après le lancement de la séquence, le départ du cycle est donné par l'automatisme après avoir constaté une occultation puis une désoccultation de la barrière immatérielle principale consécutives soit :

– au chargement manuel d'une pièce, la précédente ayant été éjectée sans occulter la barrière immatérielle principale,
– à une action conjointe des deux mains, l'une déchargeant et l'autre chargeant la machine avant de se retirer toutes les deux (la première main qui procède au déchargement de la pièce reste positionnée dans la zone de détection au moins jusqu'au moment où la deuxième main qui procède au chargement vient rejoindre cette zone).

■ **Commande double passage** : après le lancement de la séquence, le départ du cycle est donné par l'automatisme après avoir constaté consécutivement une première occultation/désoccultation puis une seconde occultation/désoccultation de la barrière immatérielle principale correspondant généralement au déchargement puis au chargement manuel d'une pièce.

■ **Volume dangereux** : volume délimité par les structures de la machine, des protecteurs et des dispositifs de protection et à l'intérieur duquel il y a des dangers (phénomènes dangereux).

■ **Zone dangereuse** : zone correspondant aux parties dangereuses (outillage, organes de transmission...) situées à l'intérieur du volume dangereux.

Principe de commande

La commande d'enchaînement des cycles par désoccultation d'une barrière immatérielle, par simple ou double passage, doit répondre aux prescriptions suivantes.

■ Interdire et arrêter tous les mouvements dangereux en cas :

– d'une occultation de la barrière immatérielle principale ou d'une autre barrière immatérielle,
– d'une ouverture d'un protecteur verrouillé.

■ Le lancement de la séquence doit résulter d'une action volontaire sur un organe de service prévu à cet effet (bouton-poussoir ou pédale par exemple). Cette action volontaire est nécessaire :

– après mise sous énergie et sélection du mode de marche,
– après un arrêt supérieur à un temps pré-réglé (30 secondes au maximum),
– après une occultation de la barrière immatérielle principale pendant une phase dangereuse du fonctionnement,
– après l'ouverture d'un protecteur ou occultation d'une autre barrière immatérielle quel que soit son emplacement sur la machine.

Conditions préalables

■ Les machines susceptibles d'être modifiées doivent être maintenues en état de conformité avec la réglementation qui leur est applicable.

■ Le volume dangereux, une fois délimité par des protecteurs et des dispositifs de protection, doit être tel qu'il est strictement impossible qu'un opérateur, ou une partie de son corps, reste dans la zone dangereuse ou se tienne entre la zone dangereuse et un dispositif de protection ou un protecteur. Il est recommandé de limiter le volume maximal à 0,2 m³. En fonction de l'évaluation des risques, cette valeur est susceptible d'être modifiée.

■ Le temps d'arrêt doit être suffisamment court pour que la barrière immatérielle puisse être placée assez près de la zone de travail (tout en respectant les distances de sécurité conformément à la norme NF EN ISO 13855, voir brochure ED 6122 dans *Bibliographie*) afin de ne pas imposer à l'opérateur des mouvements supplémentaires ou d'une amplitude contraignante.

■ La protection par barrière immatérielle n'est pas adaptée aux machines présentant des risques de projection de pièces ou de particules.

PRINCIPALES EXIGENCES DE CONCEPTION ET DE RÉALISATION

Bien délimiter le volume dangereux

Le volume dangereux à considérer comprend toute zone où le fonctionnement d'éléments dangereux est déclenché par la désoccultation de la barrière immatérielle (par exemple, la zone des outils, mais aussi, suivant les cas, certaines zones contenant des éléments mobiles de transmission, courroies, chaînes, volants...).

Couvrir parfaitement la zone dangereuse

Il est nécessaire de couvrir parfaitement la zone dangereuse en ajoutant, au besoin, des protecteurs ou barrières immatérielles complémentaires. Lorsque la barrière immatérielle ne couvre pas parfaitement tous les accès possibles à la zone dangereuse (sur le côté, par-dessus ou par le dessous de la barrière immatérielle, depuis d'autres faces de la machine), il faut ajouter des protecteurs ou des barrières immatérielles complémentaires protégeant ces accès, en respectant scrupuleusement les prescriptions des normes NF EN ISO 13857 et NF EN ISO 13855. Le volume ainsi délimité doit être à géométrie fixe.

Recourir aux moyens de protection

Les protecteurs doivent être conçus et réalisés selon la norme NF EN ISO 14120. Tous les

protecteurs et toutes les parties de protecteur qui peuvent être ouvertes ou déposées, avec ou sans outil, doivent être associés à un dispositif de verrouillage réalisé selon la norme NF EN ISO 14119. La fonction de verrouillage de ces protecteurs doit satisfaire les exigences de la norme NF EN ISO 13849-1.

Si une barrière immatérielle complémentaire est utilisée, elle doit être de type 4 suivant la norme NF EN 61496-1.

Ces exigences sont impératives pour garantir que, quelle que soit la situation, ni une main, ni une tête... ne puisse venir occulter/désocculter la barrière immatérielle de l'intérieur en se trouvant dans la zone dangereuse.

Définir la barrière immatérielle

La barrière immatérielle principale doit être de type 4 selon la norme NF EN 61496-1. Elle doit avoir une capacité de détection inférieure ou égale à 30 mm et son positionnement par rapport à la zone dangereuse doit respecter scrupuleusement les indications de la norme NF EN ISO 13855. Si les dimensions de la zone dangereuse ne sont pas figées mais peuvent varier, en fonction des outillages ou des réglages par exemple, la limite de la zone dangereuse prise en compte pour le positionnement de la barrière immatérielle doit être marquée de façon indélébile sur la machine et être rappelée par une plaque signalétique fixée sur la machine et visible du poste de travail. Le temps d'arrêt des parties dangereuses correspondant à cette limite doit être consigné dans les documents liés à la machine. Les dimensions de la barrière immatérielle doivent permettre de respecter les exigences ergonomiques (visibilité, accès...).

Garantir un fonctionnement fiable

Le système de commande associé à la barrière immatérielle doit être conçu de manière à garantir un fonctionnement sûr et fiable.

La gestion de la commande d'enchaînement de cycles doit se faire par un module de gestion spécifique « simple/double passage », intégré ou non à la barrière immatérielle. Ce module doit garantir au minimum un niveau de performance PL= d selon la norme NF EN ISO 13849-1 et satisfaire à toutes les exigences prévues au paragraphe « Principe de commande » ci-dessus.

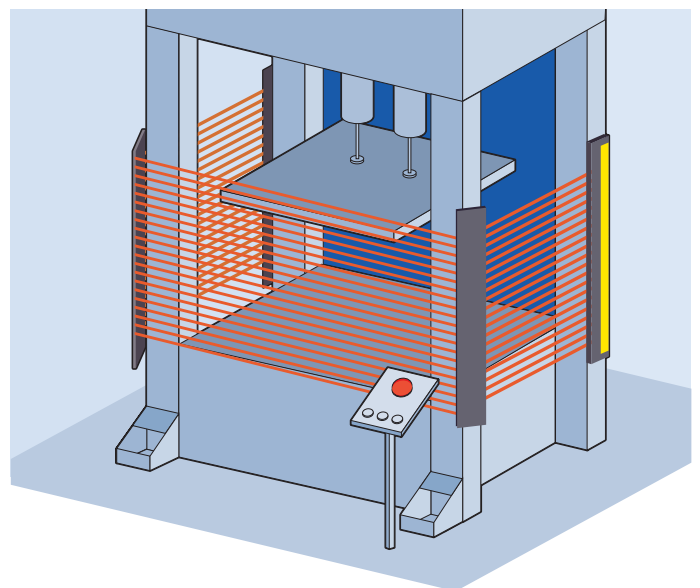
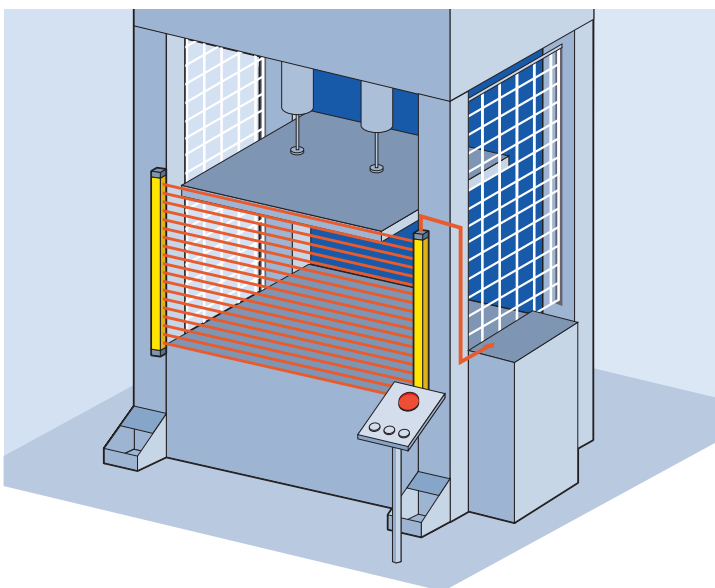
La modification apportée ne doit pas dégrader le niveau de sécurité du système de commande existant.

Cas d'utilisation de plusieurs barrières

Si plusieurs barrières immatérielles sont utilisées sur la machine, une seule d'entre elles doit avoir une fonction de commande de cycles.

Les parties de systèmes de commande relatives aux sécurités décrites ci-avant doivent être conformes à la norme NF EN 60204-1 pour les parties électriques et aux normes NF EN ISO 4413 et NF EN ISO 4414 pour, respectivement, les parties hydrauliques et pneumatiques. Elles doivent être conçues et réalisées de façon à ce que le niveau de sécurité suivant la norme NF EN ISO 13849-1 soit traité de manière homogène jusqu'aux pré-actionneurs compris.

Les machines, en sus des préconisations définies dans ce document, doivent être conformes aux règles ou prescriptions techniques réglementaires applicables.



Simple ou multiple, l'emploi des barrières immatérielles peut couvrir de nombreuses situations. À gauche, seul l'accès frontal est contrôlé par une barrière immatérielle. À droite, les trois côtés de la machine restent accessibles.

EXIGENCES COMPLÉMENTAIRES DE RÉCEPTION ET DE VÉRIFICATION

Avant la mise en service de chaque machine modifiée, la prise en compte et la réalisation de toutes les prescriptions de sécurité précédentes doivent être vérifiées par une personne compétente, de préférence indépendante du réalisateur, désignée par le chef d'établissement. Lors de cette vérification, le temps global d'arrêt des parties dangereuses doit être mesuré pour s'assurer du bon positionnement de la barrière immatérielle en regard de la norme NF EN ISO 13855.

Pour toute modification de machine, un dossier de modification doit être rédigé (voir brochure ED 6289 et « Guide technique de modification des machines du 18 novembre 2014 du ministère chargé du Travail » dans *Bibliographie*).

Effectuer des vérifications périodiques

Des vérifications périodiques doivent être prévues pour garantir, dans le temps, le maintien des caractéristiques initiales décrites précédemment. Ces vérifications doivent permettre de détecter en temps utile toute détérioration susceptible de créer des dangers, de façon à y porter remède. Dans certains cas, elles s'ajoutent ou complètent les vérifications générales périodiques obligatoires des équipements de travail (voir article R. 4323-23 du Code du travail). Elles doivent comprendre au moins :

- une vérification visuelle quotidienne de la bonne mise en place de tous les protecteurs et une vérification quotidienne des dispositifs de protection (barrière immatérielle...) conformément à la notice d'instructions du fabricant,

- une vérification après chaque démontage important, au moins trimestrielle pour les presses et annuelle pour les autres machines, permettant de s'assurer de l'absence de dérive par rapport aux prescriptions de sécurité décrites dans les paragraphes précédents. Ces vérifications doivent être réalisées puis tracées par une personne qualifiée et compétente dans le domaine de la prévention des risques présentés par les équipements concernés.

Toute anomalie, mise en évidence par ces vérifications ou lors de l'exploitation, doit être traitée et supprimée avant reprise de l'utilisation de la machine.

CAS DES PRESSES POUR LE TRAVAIL À FROID DES MÉTAUX

La caractéristique propre d'une presse à embrayage rigide ou « à clavette » est qu'elle ne peut pas s'arrêter en cours de cycle. De plus, une rupture d'un de ses éléments

d'embrayage provoquerait inévitablement le redoublement du cycle. Pour ces raisons, l'accès des opérateurs à la zone de travail doit être protégé par des protections matérielles (protecteurs fixes ou mobiles). De ce fait, les presses « à clavette » ne peuvent pas être équipées d'une commande d'enchaînement des cycles par désoccultation d'une barrière immatérielle.

BIBLIOGRAPHIE

Publications INRS

- *Sécurité des équipements de travail. Prévention des risques mécaniques.* ED 6122

- *Aide au choix d'un dispositif de protection sensible.* ED 6281

- *Amélioration des machines en service. Guide pratique.* ED 6289

- *Sécurité des machines. Principes de conception des systèmes de commande.* ED 6310 (à paraître en 2019).

Normes

- NF EN ISO 12100 : Sécurité des machines. Principes généraux de conception. Appréciation du risque et réduction du risque.

- NF EN ISO 13857 : Sécurité des machines. Distances de sécurité empêchant les membres supérieurs et inférieurs d'atteindre les zones dangereuses.

- NF EN 692 : Machines-outils. Presses mécaniques. Sécurité.

- NF EN ISO 14120 : Sécurité des machines. Protecteurs. Prescriptions générales pour la conception et la construction des protecteurs fixes et mobiles.

- NF EN ISO 13849 -1 : Sécurité des machines. Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité. Partie I : principes généraux de conception.

- NF EN ISO 4413 : Transmissions hydrauliques. Règles générales et exigences de sécurité relatives aux systèmes et leurs composants.

- NF EN ISO 4414 : Transmissions pneumatiques. Règles générales et exigences de sécurité pour les systèmes et leurs composants.

- NF EN ISO 13855 : Sécurité des machines. Positionnement des moyens de protection par rapport à la vitesse d'approche des parties du corps.

- NF EN ISO 14119 : Sécurité des machines. Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs. Principes de conception et de choix.

- NF EN 60204-1 : Sécurité des machines. Équipement électrique des machines. Partie I : règles générales.

- NF EN 61496-1 : Sécurité des machines. Équipements de protection électrosensibles. Partie I : prescriptions générales et essais.

- NF EN 61496-2 : Sécurité des machines. Équipements de protection électrosensibles. Partie II : exigences particulières à un équipement utilisant des appareils protecteurs optoélectroniques actifs (AOPD).

Textes réglementaires

- Annexe I de l'article R. 4312-1 du Code du travail (Directive européenne Machines 2006/42/CE).

- Articles R. 4324-8 et R. 4323-23 du Code du travail.

- Guide technique du 18 novembre 2014 relatif aux opérations de modification des machines en service.



Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00 • www.inrs.fr • info@inrs.fr

Mise à jour : David Brasselet
Sandrine Hardy
Séverine Demasy