

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 1. Introduction

La sécurité des machines revêt une importance croissante et fait désormais partie intégrante de la construction de machines. Outre le devoir moral de protéger et de garantir la santé des employés, la sécurité des machines représente pour l'employeur et l'exploitant de machines une question de bon sens économique. Chaque accident de travail entraîne une baisse de la production ainsi que des frais et des coûts inhérents. L'enquête sur la responsabilité et la détermination de celle-ci occupent de nombreux départements de l'entreprise jusqu'à la direction.

Notre objectif consiste à fabriquer des capteurs de sécurité et des unités de contrôle qui permettent une intégration économique dans différentes conceptions de machines et d'installations et qui garantissent une protection des personnes efficace dans le respect des normes de sécurité internationales sans entraver les processus de production.

Des concepts variés liés à la sécurité des machines et à la protection en cours de travail sont appliqués dans les différents pays et les diverses régions du monde. Des différences apparaissent en matière d'exigences et d'évaluation des concepts de sécurité, mais également au niveau des responsabilités et des conséquences légales. Les lois et les règles du pays où est utilisée la machine sont toujours d'application, même si celle-ci a été fabriquée dans un autre pays.

Les explications suivantes ont pour but d'offrir un premier aperçu sur le thème de la sécurité des machines et ne dispensent pas de l'examen approfondi ni du respect des prescriptions régionales et spécifiques aux machines en vigueur et des modes d'emploi des appareils. Les explications suivantes ne prévoient aucun droit.

## 2. Sécurité des machines dans l'UE



L'Union européenne (UE) compte aujourd'hui 27 États membres, ce qui représente environ 500 millions de citoyens. Ces États membres ont créé des organes communs à qui ils ont transféré une partie de leur souveraineté nationale. La Commission

européenne et le Conseil européen édictent des directives accompagnées d'exigences de base qui doivent être ensuite intégrées dans le droit national des États membres. Les organisations de normalisation européennes CEN, CENELEC et ETSI sont chargées de créer des normes européennes qui concrétisent d'un point de vue technique les directives et les dispositions légales.

### 2.1 Directives européennes

#### Les directives de produits européennes à la base de la libre circulation des marchandises

Plus de 20 directives de produits ont été élaborées en vue de supprimer les obstacles au commerce sur le marché intérieur européen. Seuls les produits qui satisfont à ces exigences fondamentales peuvent être mis en circulation. Si un produit respecte les normes européennes harmonisées correspondantes, la conformité aux exigences de base est présumée. Un fabricant peut également avoir recours à d'autres solutions techniques si celles-ci présentent un niveau de sécurité similaire. La conformité aux exigences de base est établie dans le cadre d'une procédure d'évaluation de conformité formelle. Ceci s'effectue dans la mesure du possible sous la propre responsabilité du fabricant, indépendamment du risque potentiel lié aux produits.

#### Les principales directives relevant du domaine de la sécurité des machines dans l'UE et leur application dans le droit allemand

 Directive européenne	 Droit allemand
Directive sur les machines 2006/42/CE	9ème ordonnance de la ProdSichG
Directive basse tension 2006/95/CE	1ère ordonnance de la ProdSichG
Directive de protection Ex 94/9/CE	11ème ordonnance de la ProdSichG
Directive générale relative à la sécurité des produits 2001/95/CE	Loi sur la sécurité des produits (ProdSichG)
Directive de CEM 2004/108/CE	Loi CEM

# 1. INTRODUCTION

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### Directives CE relatives à la sécurité au travail

La directive cadre relative à la sécurité au travail 89/391/CEE contient des exigences minimales et des principes fondamentaux généraux visant à garantir la prévention de dangers liés au travail, la sécurité et la protection de la santé, la réduction ou la suppression des facteurs de risques ou d'accidents ainsi que la formation des employés. Il s'agit ici d'exigences minimales. Chaque État membre peut choisir d'augmenter le niveau de sécurité ou, par exemple, les exigences d'essai lors de l'application des directives à l'échelle nationale.

### Les principales directives relevant du domaine de la sécurité des machines dans l'UE et leur application dans le droit allemand

 CE	 Droit allemand
Directive cadre relative à la sécurité au travail 89/391/CEE	Loi relative à la sécurité au travail Betriebssicherheitsverordnung (règlement sur la sécurité des entreprises) Règlements des caisses mutuelles professionnelles d'assurance contre les accidents :
La directive relative à l'utilisation d'équipements de travail 89/655/CEE est devenue la directive 95/63/CE.	– Les directives des caisses mutuelles professionnelles d'assurance contre les accidents ont un caractère juridiquement obligatoire. – Les règles des caisses mutuelles professionnelles d'assurance contre les accidents concrétisent les directives de sécurité au travail nationales et sont considérées comme l'état de la technique.
La directive 89/655/CEE est devenue la directive 2001/45/CE.	– Les informations des caisses mutuelles professionnelles d'assurance contre les accidents sont des publications spéciales de ces caisses consacrées à certains thèmes.

### 2.1.1 La directive européenne relative aux machines 2006/42/CE

La directive relative aux machines 2006/42/CE définit un niveau de sécurité unique pour les machines afin de permettre la libre circulation des marchandises au sein de l'espace économique européen. Elle s'adresse aux fabricants et aux distributeurs de machines et d'appareils. Le texte original de la directive relative aux machines peut être consulté sur le site [www.ce-richtlinien.eu](http://www.ce-richtlinien.eu).

### Structure et contenu de la directive rel. aux machines :

Considér.	N° 1 - 28
Dispositif	Articles 1 - 28
Annexe I :	Exigences essentielles de santé et de sécurité relatives à la conception et à la construction des machines

Annexe II :	Contenu de la déclaration de conformité
Annexe III :	Marquage CE
Annexe IV :	Listes des machines particulièrement dangereuses ou des composants relatifs à la sécurité
Annexe V :	Liste non exhaustive de « composants relatifs à la sécurité »
Annexe VI :	Instructions de montage pour les machines incomplètes
Annexe VII :	Documents techniques pour machines
Annexe VIII :	Évaluation de la conformité avec contrôle interne de la fabrication
Annexe IX :	Examen CE de modèle type
Annexe X :	Assurance de la qualité complète
Annexe XI :	Critères minimaux pour la désignation d'offices de contrôle
Annexe XII :	Tableau des correspondances de l'ancienne et de la nouvelle directive

### À quoi doivent veiller les fabricants ou les distributeur de machines ?

1. **Les exigences de sécurité de base de l'annexe I doivent être respectées.** Cela signifie que le constructeur doit procéder à une évaluation des risques dès la phase de conception de manière à ce que toutes les mesures nécessaires à la réduction des risques soient déjà prises en compte au moment de la construction de la machine.

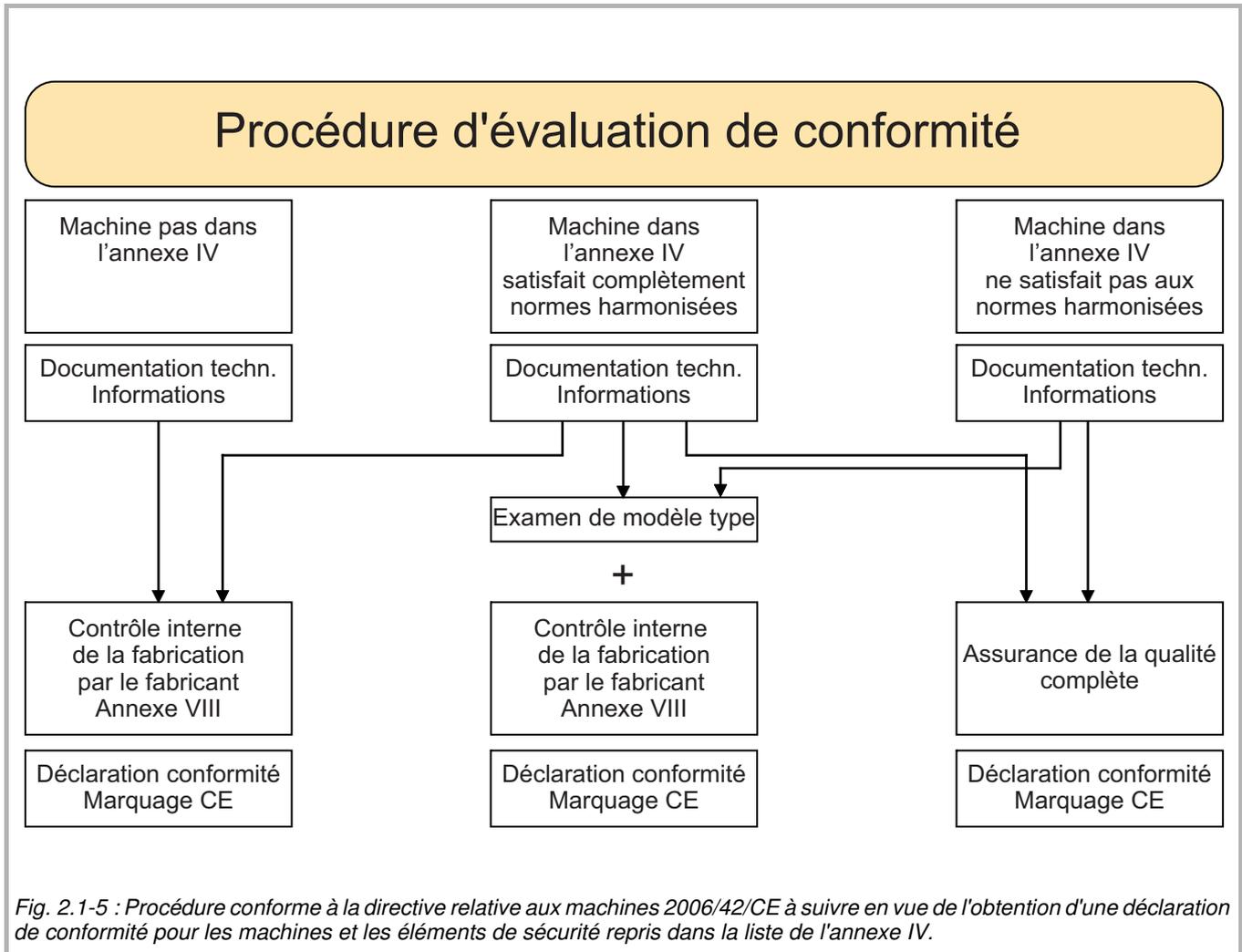
#### Remarque

Le logiciel pour PC **Safexpert** destiné aux techniques de sécurité de machines, comprend une liste des dangers et soutient le processus d'évaluation et de réduction des risques selon la norme EN ISO 12100. Le logiciel permet un examen isolé de tous les postes dangereux et de toutes les phases de vie de la machine et fournit une documentation claire et compréhensible. Pour de plus amples informations et indications concernant la commande, veuillez consulter le chapitre Logiciel de technique de sécurité Safexpert, page 58.

2. **Une déclaration de conformité doit être émise pour chaque machine.** Pour les machines ou les éléments de sécurité qui ne sont pas repris dans la liste de l'annexe IV, le fabricant appose le marquage CE sous sa responsabilité propre ; il émet une déclaration de conformité et certifie de cette manière le respect de la directive relative aux machines. Il doit documenter tous les résultats de mesures et d'essais et être en mesure de les présenter aux autorités nationales si elles le lui demandent. Une autre procédure de certification est exigée pour les machines et les éléments de sécurité qui sont repris dans la liste de l'annexe IV (fig. 2.1-5, page 10).

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 2. Sécurité des machines dans l'UE



# 1. INTRODUCTION

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### La directive relative aux les machines comprend entre autres les assertions suivantes :

- Les mêmes règles que pour les machines s'appliquent maintenant aux équipements échangeables, **composants relatifs à la sécurité**, chaînes / câbles / sangles destinés au levage, arbres articulés et accessoires de levage. Pour être distribués, ils doivent porter le **marquage CE** et être accompagnés d'une déclaration de conformité et des informations nécessaires aux utilisateurs.
- Pour les « machines incomplètes », le fabricant doit fournir des documents techniques spéciaux (annexe VII partie B), des instructions de montage (annexe VI) ainsi qu'une déclaration de constitution (annexe II, partie 1, section B). Cette déclaration doit préciser quelles sont les exigences de la directive qui doivent être satisfaites et qui ont été respectées avec la machine partielle. Les documents relatifs à la machine doivent être accompagnés d'instructions de montage.
- Les engins de levage avec une vitesse de marche allant jusqu'à 0,15 m/s du porte-charge sont soumis à la directive relative aux machines. Si la vitesse de course est supérieure à 0,15 m/s, ils dépendront de la directive ascenseurs (sauf s'ils tombent sous le coup de règlements exceptionnels).
- Les ascenseurs de chantier sont soumis aux directives relatives aux machines.
- Différenciation plus claire de la directive relative aux machines par rapport à la directive basse tension.
- Contrôle de fabrication interne pour les machines en série (annexe VIII).
- La validité des certificats d'examen CE de modèle type doit être vérifiée tous les 5 ans par l'organe de contrôle. Le fabricant et l'organe de contrôle sont obligés de conserver les documents techniques importants durant 10 ans.

Le texte original en allemand de la directive relative aux machines 2006/42/CE est disponible sur le site <http://eur-lex.europa.eu>.

### 2.1.2 Utilisation des équipements de travail 89/655/CEE

La directive relative à l'utilisation d'équipements de travail 89/655/CEE, complétée par la directive 95/63/CE, comprend les prescriptions minimales pour la sécurité et la protection de la santé en cas d'utilisation d'équipements de travail. Elle s'adresse aux **exploitants de machines (employeurs)** et s'articule autour des 8 articles suivants dans la section II :

- **Article 3 Obligations générales.** Il règle les obligations de l'employeur et exige que l'employeur veille à ce que, quand les machines sont en marche, des équipements de travail soient toujours mis à disposition pour garantir la sécurité et la protection de la santé.
- **Article 4 Prescriptions pour les équipements de travail**
- **Article 4a Contrôle des équipements de travail**  
L'employeur veille à ce que les équipements de travail au sens des prescriptions légales nationales soient soumis à un premier contrôle avant la première mise en marche et à un contrôle au terme de chaque nouveau montage. Les États membres fixent les modalités de ces contrôles. En Allemagne, celles-ci sont définies dans la Betriebssicherheitsverordnung (règlement sur la sécurité des entreprises) (voir ci-dessous).
- **Article 5 Équipements de travail dangereux spécifiques**
- **Article 5a Ergonomie et protection de la santé sur le lieu de travail**
- **Article 6 Formation des employés**
- **Article 7 Instruction des employés**
- **Article 8 Consultation et participation des employés**

Le texte original en allemand de la nouvelle directive relative aux équipements de travail 89/655/CEE est disponible sur le site <http://eur-lex.europa.eu>.

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### Règlement sur la sécurité des entreprises (Betriebs-sicherheitsverordnung)

Avec la Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) (règlement sur la sécurité des entreprises), les directives 89/655/CEE, 95/63/CE ainsi que d'autres directives relevant du domaine de la protection en cours de travail ont été transposées dans le droit allemand. Attirons l'attention sur deux paragraphes de l'article 2 :

#### §3 Évaluation des dangers

- (3) « En ce qui concerne les équipements de travail, il faut déterminer plus particulièrement le type, l'étendue et les délais des contrôles nécessaires. En outre, l'employeur doit déterminer et fixer les conditions indispensables auxquelles doivent répondre les personnes à qui il aura demandé de contrôler ou de tester les équipements de travail. »

#### Remarque

Leuze electronic fournit à ce sujet dans son offre de services **Services liés à la sécurité des machines** des conseils et des services compétents (voir chapitre Services liés à la sécurité des machines, page 46).

#### §10 Contrôle des équipements de travail

- (1) « L'employeur doit veiller à ce que les équipements de travail dont la sécurité dépend des conditions de montage, soient testés après le montage ou avant la première mise en service ainsi qu'après chaque montage sur un nouveau chantier ou à un nouvel endroit. Ce contrôle a pour but de s'assurer du montage correct et du fonctionnement sûr des équipements de travail. Ces derniers ne peuvent être contrôlés que par des personnes expérimentées dans le domaine. »
- (3) « L'employeur doit s'assurer que le bon fonctionnement des équipements de travail est contrôlé par des personnes expérimentées après des travaux de maintenance qui pourraient porter atteinte à la sécurité de ces équipements. »

#### Remarque

Leuze electronic propose à ce sujet dans son offre de **services liés à la sécurité des machines** des inspections de sécurité avant la première mise en marche et des inspections de sécurité régulières (voir chapitre Services liés à la sécurité des machines, page 46).



## 2.2 Le système européen de normes de sécurité

### 2.2.1 Rapport entre les directives et les normes européennes harmonisées

Des normes européennes harmonisées concrétisent les exigences de base des directives européennes en matière de sécurité et de protection de la santé, comme dans l'annexe I de la directive relative aux machines par exemple. L'article 5 (2) de la directive relative aux machines veut que l'exigence correspondante de la directive soit respectée (c.-à-d. conforme à la directive correspondante) en atteignant le niveau de protection d'une norme européenne harmonisée appropriée.

Contrairement aux directives et à leur transposition dans le droit national des États membres, les normes ne revêtent aucun caractère légal obligatoire. De telles solutions peuvent également être appliquées lorsque le niveau de protection décrit dans ces normes est atteint d'une façon différente. La différence entre le respect d'une norme harmonisée correspondante et une réalisation divergente n'est toutefois pas sans conséquence. Le fabricant doit prouver le respect de la directive au moyen de documentation supplémentaire. Des différences peuvent en outre apparaître dans le cadre de la procédure de conformité, lorsque l'on s'écarte des normes harmonisées ou lorsqu'il n'existe pas de norme harmonisée correspondante, voir à ce sujet les explications du chapitre 2.1.1, page 9.

# 1. INTRODUCTION

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### 2.2.2 Processus d'élaboration d'une norme harmonisée

Les Comités techniques et leurs Working Groups, dont les membres proviennent essentiellement des organismes de normalisation nationaux, mais comptent aussi, pour certains, parmi les collaborateurs de fabricants du secteur de la construction de machines et des capteurs de sécurité, sont chargés d'élaborer des normes dans le domaine de la sécurité des machines pour les organisations de normalisation CEN et CENELEC. Au terme de ces travaux, on lance un processus d'harmonisation au cours duquel les membres du CEN, Suisse incluse, décideront d'accepter ou de refuser une norme en tant que norme de sécurité européenne harmonisée, et ce, selon un régime de quotas.

29 états au total prennent part à ce processus. La publication d'une norme de sécurité européenne harmonisée dans le Journal officiel de l'Union européenne s'accompagne de l'effet dit de supposition. Cela signifie que compte tenu de la réalisation des objectifs de protection de cette norme, la conformité à la directive correspondante est supposée avoir été respectée pour cet aspect de sécurité.

État membre	Voix	État membre	Voix
France	29	Suisse*	10
Allemagne	29	Bulgarie	10
Grande-Bretagne	29	Slovaquie	7
Italie	29	Danemark	7
Espagne	27	Finlande	7
Pologne	27	Norvège*	7
Roumanie	14	Irlande	7
Pays-Bas	13	Lituanie	7
Grèce	12	Lettonie	4
Tchéquie	12	Slovénie	4
Belgique	12	Estonie	4
Hongrie	12	Chypre	4
Portugal	12	Luxembourg	4
Suède	10	Malte	3
Autriche	10	Islande*	3

\*) États de l'AELE

Une norme EN est harmonisée en cas de majorité simple et après obtention de 71 % au moins des voix pondérées

Tableau 2.2.2-1 : Pondération des voix lors du vote d'une norme EN harmonisée

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### 2.2.3 Hiérarchie des normes européennes relatives à la sécurité des machines

Les normes de sécurité européennes comprennent les normes de sécurité de base (normes de type A), les normes de sécurité de groupes (normes de type B1 et de type B2) et les normes techniques spécifiques aux machines (normes de type C).

Les principes de conception et les notions fondamentales des normes de type A telles que la norme EN ISO 12100 par exemple, ont un caractère obligatoire pour toutes les machines. Elles-ci contiennent des instructions relatives à la détermination des risques liés à la machine. Les méthodes et l'ordre dans lequel elles doivent être appliquées pour éviter les risques sont indiqués avec pour but d'intégrer la sécurité avant même que la construction de la machine ait commencé. Au chapitre 2.3, à partir de la page 18, de plus amples détails sont fournis concernant l'évaluation des risques et les moyens d'éviter de tels risques.

Les normes de type B1 décrivent les aspects de la sécurité généraux et proposent des solutions pour la disposition de barrières de sécurité par exemple, ou encore la vitesse d'approche nécessaire au calcul de la distance de sécurité pour les barrières immatérielles de sécurité ou des barrages immatériels multifaisceaux de sécurité. Des informations plus détaillées concernant ce thème sont disponibles au chapitre 4.

Les normes de type B2 regroupent des exigences normatives auxquelles doivent répondre les dispositifs de protection spéciaux tels que les boutons d'arrêt d'urgence, les interrupteurs de portes de sécurité, les tapis et bords sensibles ou les barrières immatérielles de sécurité. Elles contiennent des instructions concernant l'installation et le contrôle d'éléments de sécurité dont le fabricant de tels produits doit tenir compte tout comme le constructeur de machines dans le cadre de l'utilisation de sa machine.

Les normes de type C décrivent les dangers significatifs, les risques spécifiques et les mesures visant à réduire ces risques au niveau de machines ou de catégories de machines séparées. Si une telle norme C existe pour la catégorie de machine concernée, celle-ci est prioritaire sur une norme B ou A. Si des dangers supplémentaires dont il n'est pas fait mention dans la norme, apparaissent, ou s'il n'existe aucune norme C spéciale pour la machine à planifier, la réduction des risques doit s'effectuer selon les normes A et B.

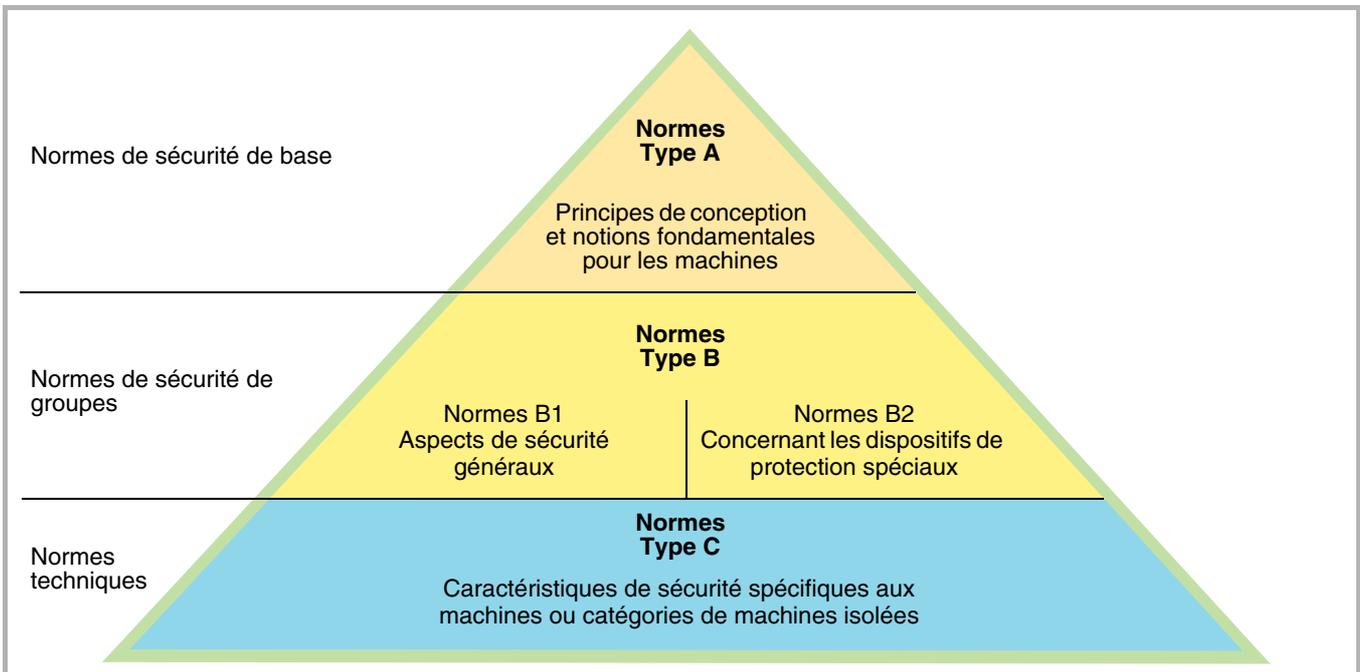


Fig. 2.2.3-1 : Hiérarchie du système de normalisation européen

# 1. INTRODUCTION

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### Exemples de normes EN et ISO/CEI relevant du domaine de la sécurité des machines

Type de norme	Normes européennes (EN) et internationales (ISO/CEI)	Titre de la norme
A	EN ISO 12100	Sécurité des machines – Principes généraux de conception - Appréciation du risque et réduction du risque
B	EN ISO 13857	Sécurité des machines – Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs et inférieurs
	EN 349 ISO 13854	Sécurité des machines – Écartements minimaux pour prévenir les risques d'écrasement de parties du corps humain
	EN ISO 13849-1	Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1 : Principes généraux de conception
	EN ISO 13849-2	– Partie 2 : Validation
	EN ISO 13855	Sécurité des machines – Positionnement des équipements de protection en fonction de la vitesse d'approche des parties du corps
	EN 1037 ISO 14118	Sécurité des machines – Prévention de la mise en marche intempestive
	EN/CEI 60204-1	Sécurité des machines - Équipements électriques des machines – Partie 1 : Exigences générales
	EN/CEI 62061	Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité
	prEN/TS 62046 CEI/TS 62046	Sécurité des machines – Application des équipements de protection pour la détection de la présence de personnes
	EN ISO 13850	Sécurité des machines – Arrêt d'urgence – Principes de conception
	EN 574 ISO 13851	Sécurité des machines – Commandes bimanuelles – Aspects fonctionnels et principes de conception
	EN 953 ISO 14120	Sécurité des machines – Protecteurs – Prescriptions générales pour la conception et la construction des protecteurs fixes et mobiles
	EN 1088 ISO 14119	Sécurité des machines – Dispositif de verrouillage associé à des protecteurs – Principes de conception et de choix
	EN 1760-1 ISO 13856-1	Sécurité des machines – Dispositifs de protection sensibles à la pression – Partie 1 : Principes généraux de conception et d'essai des tapis et planchers sensibles à la pression
	EN 1760-2 ISO 13856-2	– Partie 2 : Principes généraux de conception et d'essais des bords et barres sensibles à la pression

Services liés à la sécurité des machines

Logiciels de technique de sécurité

Scanners laser de sécurité

Barrières immatérielles de sécurité

Barrages immatériels multifaisceaux de sécurité

Lots de barrages immatériels de sécurité

Barrages immatériels monofaisceau de sécurité

AS-Interface Safety at Work

Détecteurs de proximité de sécurité

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### Exemples de normes EN et ISO/CEI relevant du domaine de la sécurité des machines

Type de norme	Normes européennes (EN) et internationales (ISO/CEI) Numéro de référence	Titre de la norme
B	EN 1760-3 ISO/DIS 13856-3	– Partie 3 : Principes généraux de conception et d'essai des pare-chocs, plaques, câbles et dispositifs analogues sensibles à la pression
	EN/CEI 61496-1	Sécurité des machines – Équipements de protection électro-sensibles – Partie 1 : Prescriptions générales et essais
	prEN/CEI 61496-2	– Partie 2 : Exigences particulières pour les équipements utilisant des appareils de protection actifs optoélectroniques
	EN/CEI TS 61496-3	– Partie 3 : Prescriptions particulières pour les systèmes utilisant des systèmes actifs optoélectroniques sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR)
C	EN 81-1	Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs – Partie 1 : Ascenseurs et monte-charges électriques
	EN 289	Machines pour les matières plastiques et le caoutchouc – Presses – Prescriptions de sécurité
	EN 415-6	Sécurité des machines d'emballage Palettiseurs et dépalettiseurs
	EN 422	Machines pour les matières plastiques et le caoutchouc – Machines de moulage par soufflage – Prescriptions de sécurité
	EN 528	Transtockeurs – Sécurité
	EN 692	Machines-outils – Presses mécaniques – Sécurité (remarque : les crabots ne satisfont toutefois pas aux prescriptions de sécurité selon la directive 98/37/CE !)
	EN 693	Machines-outils – Sécurité – Presses hydrauliques
	EN 710	Prescriptions de sécurité applicables aux machines et chantiers de moulage et de noyautage en fonderie et à leurs équipements annexes
	EN ISO 10218-1	Robots industriels – Prescriptions de sécurité - Partie 1 : Robots
	EN 848-1	Sécurité des machines pour le travail du bois – Machines à fraiser sur une face, à outil rotatif. – Partie 1 : Toupies monobroche à arbre vertical
	EN 869	Prescriptions de sécurité pour les chantiers de moulage des métaux sous pression
	EN 940	Sécurité des machines pour le travail du bois – Machines combinées pour le travail du bois
	EN 972	Machines de tannerie – Machines à cylindres alternatifs – Prescriptions de sécurité
	EN 1010-1 ISO 1010	Sécurité des machines – Prescriptions de sécurité pour la conception et la construction de machines d'impression et de transformation du papier – Partie 1 : Exigences communes
	EN 1010-2	– Partie 2 : Machines d'impression et de vernissage y compris les équipements de pré- presse
	EN 1114-1	Machines pour le caoutchouc et les matières plastiques - Prescriptions de sécurité pour les extrudeuses
	EN 1218-1	Sécurité des machines pour le travail du bois - Tenonneuses – Partie 1 : Tenonneuses simples à table roulante
	EN 1525	Sécurité des chariots de manutention - Chariots sans conducteur et leurs systèmes

# 1. INTRODUCTION

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### Exemples de normes EN et ISO/CEI relevant du domaine de la sécurité des machines

Type de norme	Normes européennes (EN) et internationales (ISO/CEI)	
	Numéro de référence	Titre de la norme
C	EN 1526	Sécurité des chariots de manutention - Prescriptions complémentaires pour les fonctions automatiques des chariots
	EN ISO 11111-1	Matériel pour l'industrie textile - Exigences de sécurité – Partie 1 : Exigences communes
	EN ISO 11553-1	Sécurité des machines – Machines à laser – Partie 1 : Prescriptions générales de sécurité
	EN 12387	Machines de fabrication de chaussures et articles en cuir et en matériaux similaires – Machines de coupe et de poinçonnage — Prescriptions de sécurité
	EN 12622	Machines-outils - Sécurité des machines-outils – Presses plieuses hydrauliques
	EN 12629-1	Machines pour la fabrication de produits de construction en béton et silico-calcaire – Sécurité – Partie 1 : Exigences communes

Cette liste n'est pas exhaustive. Vous trouverez des informations complémentaires sur les normes relatives aux machines sur les sites [www.vdma.org](http://www.vdma.org) ou [www.zvei.org](http://www.zvei.org). La version originale de ces normes peut être obtenue chez Beuth Verlag GmbH, [www.beuth.de](http://www.beuth.de).

#### Remarque

Trouvez au lieu de chercher ! Le logiciel Safexpert de Leuze electronic destiné aux techniques de sécurité de machines et d'installations permet, grâce à une fonction de recherche et de filtrage très efficace, de trouver en quelques secondes le passage concerné. La recherche est faite en texte complet dans 11 normes européennes importantes relatives aux machines et même, avec la bibliothèque de normes correspondante, dans plus de 60 normes (voir chapitre Safexpert, page 58).

Services liés à la sécurité des machines

Logiciels de technique de sécurité

Scanners laser de sécurité

Barrières immatérielles de sécurité

Barrages immatériels multifaisceaux de sécurité

Lots de barrages immatériels de sécurité

Barrages immatériels monofaisceau de sécurité

AS-Interface Safety at Work

Détecteurs de proximité de sécurité

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### 2.3 Sécurité des machines et analyse et évaluation des risques

L'objectif déclaré consiste à construire et à exploiter des machines de manière à ce qu'en cas d'utilisation conforme, aucune blessure ni dommage pour la santé ne soient causés. Les statistiques relatives aux accidents révèlent qu'un danger inhérent à une machine entraîne tôt ou tard des dommages si aucune mesure de protection n'est adoptée. Les mesures de protection consistent en une combinaison de mesures exécutées par le constructeur et par l'utilisateur. Les mesures ayant déjà pu être prises lors de la phase de construction sont préférables aux mesures appliquées par l'utilisateur et se révèlent généralement plus efficaces.

La norme internationale EN ISO 12100 « Sécurité des machines – Principes généraux de conception - Appréciation du risque et réduction du risque » fournit une aide détaillée pour l'identification des dangers, décrit les risques dont doit tenir compte le constructeur, contient les principes de conception et une méthode visant à garantir une construction sûre et la réduction des risques. La norme EN ISO 12100 décrit aussi une méthode itérative à appliquer pour l'analyse, l'évaluation et la réduction des risques afin de garantir la sécurité nécessaire des machines. Les normes spécifiques aux machines existantes telles que les normes EN de type C par exemple, doivent être considérées comme prioritaires.

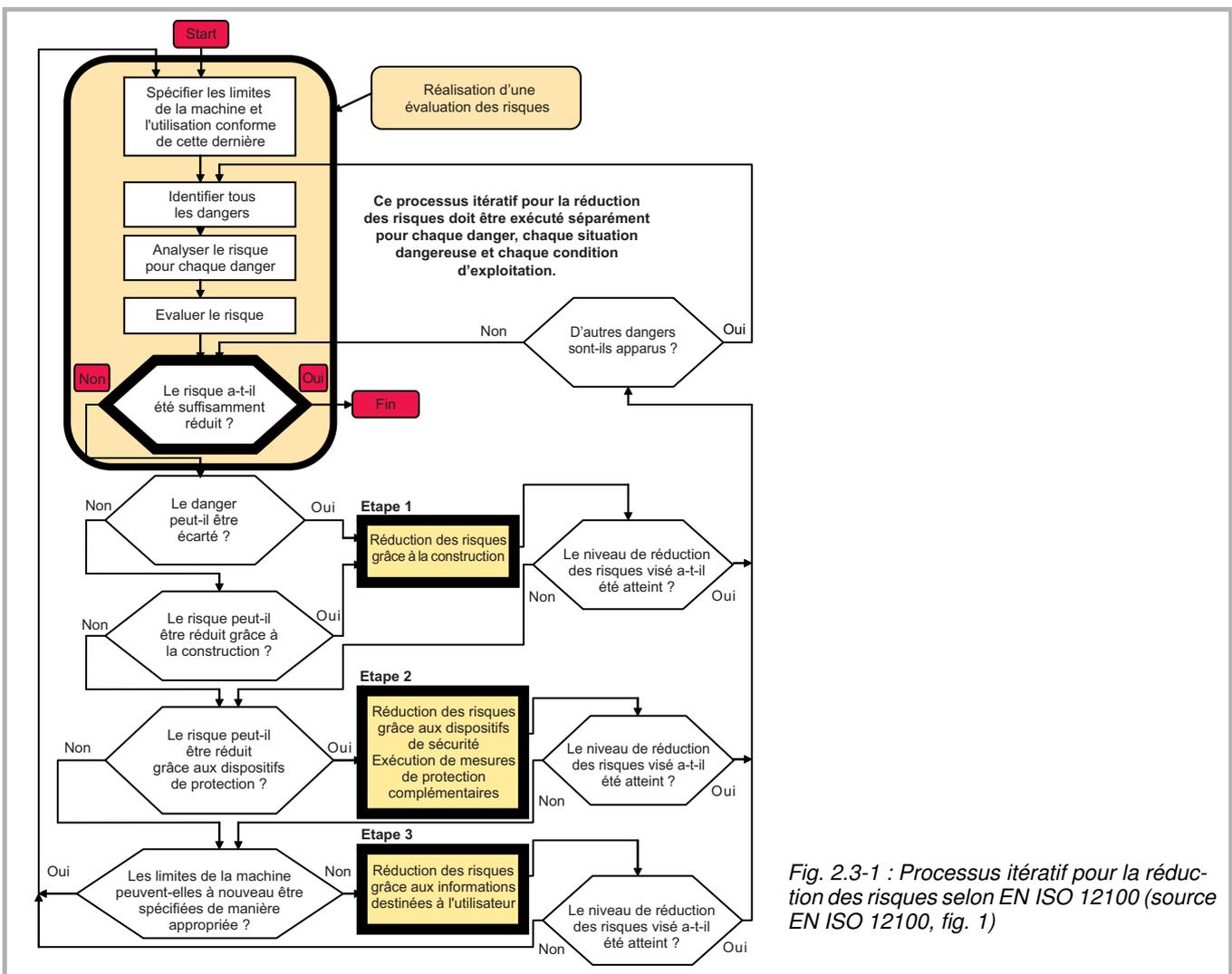


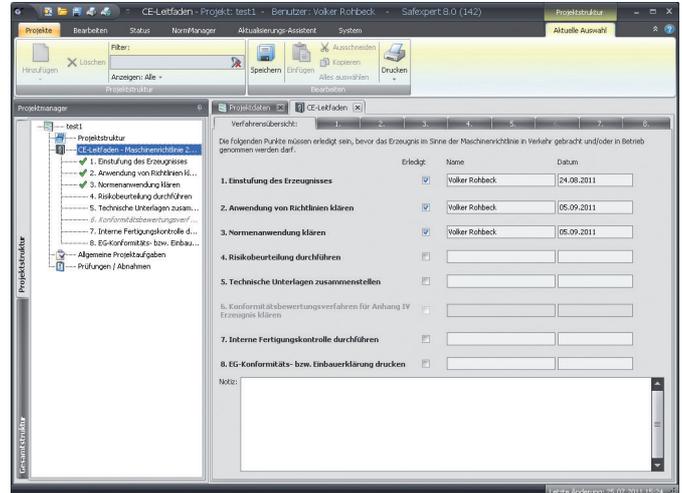
Fig. 2.3-1 : Processus itératif pour la réduction des risques selon EN ISO 12100 (source EN ISO 12100, fig. 1)

# 1. INTRODUCTION

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

La norme EN ISO 12100 recommande au constructeur de machines de suivre la procédure suivante afin de réduire les risques :

1. Spécifier les limites et l'utilisation conforme de la machine
2. Identifier les dangers potentiels et les situations dangereuses
3. Évaluer le risque de chaque danger identifié et de chaque situation dangereuse et examiner les comportements inadéquats prévisibles ou les erreurs de manipulation de la part de l'opérateur
4. Évaluer chaque risque et décider si une réduction des risques est nécessaire ou non
5. Tenter de supprimer ou de réduire le risque par le biais de mesures constructives. Si ceci se révèle infructueux,
6. Réduire les risques grâce à l'utilisation de dispositifs de sécurité (protecteurs tels que les barrières de protection ou occultations, ou équipements de protection électro-sensibles comme les barrières immatérielles de sécurité)
7. Informer et avertir l'opérateur des autres risques subsistants inhérents à la machine via un avertissement sur la machine et dans le mode d'emploi



Étape par étape, Safexpert assiste l'opérateur dans ses tâches jusqu'à l'élaboration d'une déclaration de conformité ou de fabricant.

Les quatre premières étapes décrivent l'analyse et l'évaluation des risques. Il est essentiel que l'analyse et l'évaluation des risques soient effectuées de manière méthodique et documentées de façon compréhensible.

Outre ces mesures de protection choisies par le constructeur de la machine, l'exploitant ou l'opérateur peut juger nécessaire d'adopter d'autres mesures de cet type en vue de réduire les autres risques subsistants. Ces mesures sont les suivantes :

- Mesures organisationnelles (processus de travail sûrs, contrôles réguliers par exemple)
- Dispositifs de protection personnels
- Formation et instruction des opérateurs

**Remarque**

Le logiciel pour PC Safexpert destiné aux techniques de sécurité de machines, comprend une liste des dangers et soutient le processus d'évaluation des risques selon la norme EN ISO 12100. Le logiciel permet un examen isolé de tous les postes dangereux et de toutes les phases de vie de la machine et fournit une documentation claire et compréhensible. Pour de plus amples informations et indications concernant la commande, veuillez consulter le chapitre Safexpert, page 58.

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### 2.4 Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité

Les parties des systèmes de commande machine chargées d'exécuter des tâches de sécurité sont qualifiées par les organismes de normalisation de « parties des systèmes de commande relatives à la sécurité ». Ces parties peuvent se composer de matériel ou de logiciels et faire partie intégrante du système de commande machine ou en être séparées. Les parties des systèmes de commande relatives à la sécurité englobent à chaque fois la chaîne d'action complète d'une fonction de sécurité composée du capteur, de la commande et de l'acteur. Leurs structures peuvent présenter des niveaux de complexité différents et se composer, par exemple, d'un interrupteur de sécurité et d'un relais de sécurité ou être conçues comme un système de commande programmable et orienté sécurité d'une installation complète.

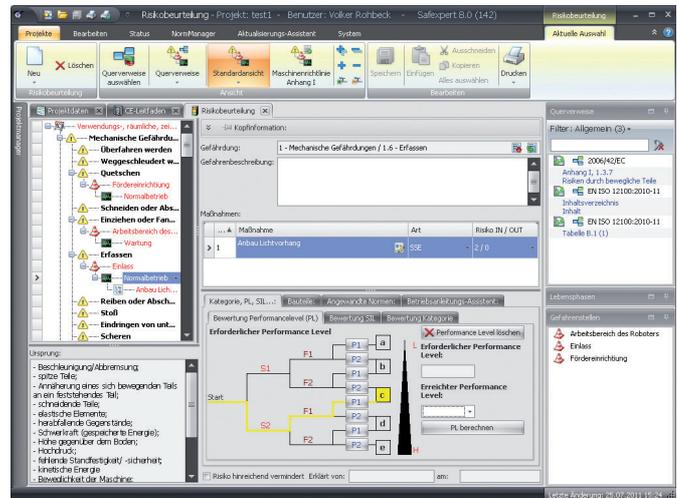
L'objectif général consiste à concevoir ces parties de systèmes de commande de manière telle que la sécurité de la fonction de commande ainsi que le comportement de la commande en cas de défaut correspondent au degré de réduction des risques déterminé dans l'évaluation des risques. Certaines mesures techniques en matière de commande destinées à prévenir les défauts peuvent être utilisées pour les applications comportant un risque réduit par exemple. Ces mesures se révèlent toutefois insuffisantes pour les autres applications présentant un risque plus élevé. Ces dernières devraient ainsi être accompagnées de mesures supplémentaires de tolérance ou de détection de défauts.

Plus le niveau de réduction des risques à atteindre grâce à la partie du système de commande relatif à la sécurité est important et plus le niveau de sécurité exigé ou le niveau de performance en matière de sécurité de cette partie du système de commande est élevé. Les normes mentionnées ci-après utilisent divers systèmes de classification et différentes définitions pour ces niveaux de sécurité.

Niveau de performance (EN ISO 13849-1)	PFH <sub>d</sub> Probabilité moyenne d'une défaillance dangereuse [1/h]	SILCL Level EN/CEI 62061
a	$10^{-5} \leq PFH_d < 10^{-4}$	--
b	$3 \cdot 10^{-6} \leq PFH_d < 10^{-5}$	SIL 1
c	$10^{-6} \leq PFH_d < 3 \cdot 10^{-6}$	SIL 1
d	$10^{-7} \leq PFH_d < 10^{-6}$	SIL 2
e	$10^{-8} \leq PFH_d < 10^{-7}$	SIL 3

Fig. 2.4-1 : Niveau de performance et niveau SIL (source : brochure ZVEI « Sécurité des machines »)

**Remarque**  
 Safexpert, le logiciel pour PC de Leuze electronic destiné aux techniques de sécurité systématiques de machines et d'installations, aide le constructeur à déterminer le niveau de performance nécessaire selon la norme EN ISO 13849-1, sur la base d'une évaluation des risques conformément à EN ISO 12100.  
 Pour de plus amples informations et indications concernant la commande, veuillez consulter le chapitre Safexpert, page 58.



Sécurité des machines, p. 8

**Sécurité des machines dans l'UE, p. 8**

Sécurité des machines aux États-Unis, p. 26

Dispositifs de protection, p. 31

# 1. INTRODUCTION

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### 2.4.1 Norme EN ISO 13849-1 « Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1 : Principes généraux de conception »

En octobre 2006, la norme EN ISO 13849-1 a été officiellement adoptée en tant que remplaçante de la norme EN 954-1. A l'instar de la EN 954-1, son domaine d'application englobe les parties de systèmes de commande liées à la sécurité (SRP/CS) ainsi que tous les types de machines, quelles que soient la technologie et l'énergie utilisées (électrique, hydraulique, pneumatique, mécanique, etc.). Elle repose sur les catégories connues de la EN 954-1 et mentionne des exigences spéciales pour les SRP/CS équipés de systèmes électroniques programmables. La norme EN ISO 13849-1 accorde une attention particulière à l'aspect quantitatif des fonctions de sécurité qui s'ajoute à l'approche qualitative de la norme EN 954-1. Des niveaux de performances (Performance Level, PL) sont définis dans la norme EN ISO 13849-1 sur la base des catégories en vue de répartir les différentes capacités de performance en matière de sécurité. Les cinq PL (a, b, c, d, e) correspondent aux différentes valeurs de probabilité moyennes de défaillance dangereuse par heure.

#### Niveau de performance (PL) selon EN ISO 13849-1

Niveau de performance (PL)	Probabilité moyenne de défaillance dangereuse par heure (1/h)
a	$\geq 10^{-5}$ à $< 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6}$ à $< 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6}$ à $3 \times 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7}$ à $< 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8}$ à $< 10^{-7}$

**Détermination du niveau de performance requis PL<sub>r</sub>**  
 Pour définir le PL<sub>r</sub> pour chaque fonction de sécurité du système de commande relatif à la sécurité, une évaluation des risques doit être réalisée et documentée. L'annexe A instructive de la norme décrit un processus qualitatif d'évaluation des risques et de détermination du PL<sub>r</sub>.

#### Paramètres de risques :

- S gravité de la blessure**
  - S1 légère (blessure généralement réversible)
  - S2 grave (blessure généralement irréversible, décès inclus)
- F fréquence et/ou durée de l'exposition au danger**
  - F1 rare à peu fréquente et/ou la durée d'exposition au danger est courte
  - F2 fréquente à permanente et/ou la durée d'exposition au danger est longue
- P possibilité de prévenir le danger ou de limiter les dégâts**
  - P1 possible sous certaines conditions
  - P2 quasiment impossible

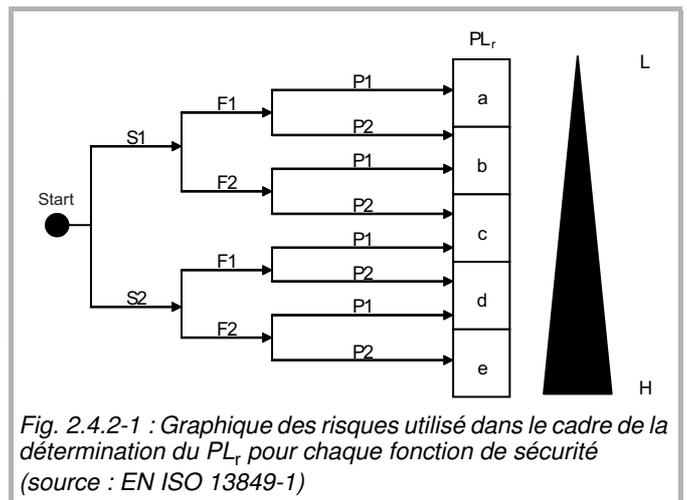


Fig. 2.4.2-1 : Graphique des risques utilisé dans le cadre de la détermination du PL<sub>r</sub> pour chaque fonction de sécurité (source : EN ISO 13849-1)

#### Légende

- Start point de départ de l'évaluation de la contribution requise de la part du dispositif de sécurité à la réduction des risques
- L faible contribution à la réduction des risques
- H contribution importante à la réduction des risques
- PL<sub>r</sub> niveau de performance requis

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### Détermination du niveau de performance PL atteint

Les caractéristiques de sécurité suivantes sont indispensables à la détermination du niveau de performance des éléments/appareils :

Caractéristiques de la norme EN ISO 13849-1	Signification
Cat.	catégorie (B, 1, 2, 3, 4), montage structural qui sert de base à l'atteinte d'un PL déterminé
PL	niveau de performance (a, b, c, d, e)
MTTF <sub>d</sub>	temps moyen avant une défaillance dangereuse
B <sub>10d</sub>	nombre de cycles aux cours desquels 10% d'un échantillon d'éléments pneumatiques ou électromécaniques usés ont fait l'objet d'une défaillance dangereuse
DC	degré de couverture du diagnostic (en : diagnostic coverage)
CCF	défaillance de cause commune (en : common cause failure)
T <sub>M</sub>	durée d'utilisation, période d'utilisation prévue (en : mission time)

Parmi les autres paramètres à considérer pouvant exercer une influence sur le PL obtenu : les aspects opérationnels tels que le degré d'exigence et/ou le degré test de la fonction de sécurité.

#### **i** Remarque

Le logiciel pour PC SISTEMA de l'Institut für Arbeitsschutz (IFA, institut allemand pour la sécurité au travail) permet de calculer et d'évaluer automatiquement la sécurité fonctionnelle des systèmes de commande selon la norme EN ISO 13849-1. Il constitue un complément idéal à Safexpert et est téléchargeable en tant que freeware à l'adresse [www.leuze.com/fr/sistema](http://www.leuze.com/fr/sistema). Pour de plus amples informations, veuillez consulter le chapitre SISTEMA, page 64.

La figure 2.4.2-3 montre une méthode simplifiée de détermination du PL atteint. Elle illustre une méthode graphique d'estimation grossière du PL à l'aide des caractéristiques de sécurité mentionnées des composants (EN ISO 13849-1).

La combinaison de la catégorie et du DC<sub>avg</sub> détermine la colonne à sélectionner. La zone grisée respective est ensuite définie dans la colonne selon le MTTF<sub>d</sub> de chaque canal. Le PL obtenu ne peut être lu que sur l'axe vertical.

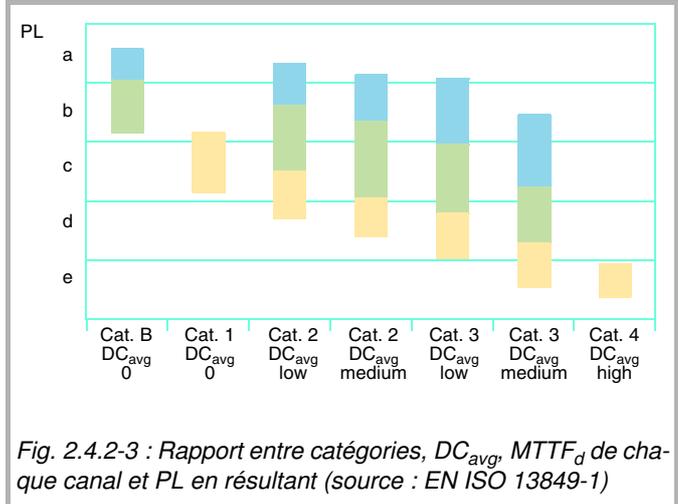


Fig. 2.4.2-3 : Rapport entre catégories, DC<sub>avg</sub>, MTTF<sub>d</sub> de chaque canal et PL en résultant (source : EN ISO 13849-1)

#### Légende

MTTF<sub>d</sub> en années

- MTTF<sub>d</sub> de chaque canal = bas 3 < MTTF<sub>d</sub> < 10
- MTTF<sub>d</sub> de chaque canal = moyen 10 < MTTF<sub>d</sub> < 30
- MTTF<sub>d</sub> de chaque canal = élevé 30 < MTTF<sub>d</sub> < 100

Degré de couverture du diagnostic DC

no	DC	< 60%
low	60%	≤ DC < 90%
medium	90%	≤ DC < 99%
high	99%	≤ DC ≤ 100%

#### Estimation des effets d'une CCF

Il est recommandé d'appliquer ce procédé quantitatif à l'ensemble du système. Chaque composant de la partie de la commande en relation avec la sécurité doit être pris en compte.

Le tableau suivant offre une liste extraite des procédés de quantification pour les mesures contre la CCF.

Ébauche / application / expérience
Protection contre la surtension, la suppression, la surintensité de courant, etc.
Utilisation de composants éprouvés
Appréciation / analyse
Les résultats de l'analyse d'un type de défaillance et de ses effets ont-ils été pris en compte dans le développement afin d'éviter les défaillances suite à une cause commune ?
Compétence / formation
Les constructeurs / monteurs ont-ils été formés de façon à être aptes à reconnaître les raisons et effets de défaillances de cause commune ?

# 1. INTRODUCTION

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### Validation

La conception d'une fonction de commande relative à la sécurité doit être validée. La validation doit montrer que la conception de chaque fonction de sécurité répond aux exigences correspondantes (source : EN ISO 13849-2).

### 2.4.2 EN/CEI 62061 « Sécurité des machines – Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité »

Cette norme énonce des exigences et des recommandations concernant la conception, l'intégration et la validation de systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité (SRECS) destinés aux machines qui ne peuvent être portées à la main durant le travail. Contrairement à la norme EN ISO 13849-1, elle ne fixe aucune exigence concernant la capacité de performance d'éléments de systèmes de commande relatifs à la sécurité non électriques (hydrauliques, pneumatiques, électromécaniques par exemple). Elle sert, dans le cadre de la norme EN ISO 12100 et parallèlement à la norme EN ISO 13849-1, à spécifier la capacité de performance en matière de sécurité nécessaire à la réduction des risques des systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité. En tant que norme spécifique au secteur issue de CEI 61508, EN/CEI 62061 prend en considération, pour le domaine d'utilisation des machines, l'ensemble du cycle de vie SRECS de la phase de conception à la mise hors service. La capacité de performance de sécurité est décrite par le niveau d'intégrité de sécurité (Safety Integrity Level (SIL)).

### Niveau d'intégrité de sécurité (SILCL) selon la norme EN/CEI 62061

Niveau d'intégrité de sécurité	Probabilité moyenne de défaillance dangereuse par heure (PFH <sub>d</sub> )
3	$\geq 10^{-8}$ à $< 10^{-7}$
2	$\geq 10^{-7}$ à $< 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-6}$ à $< 10^{-5}$

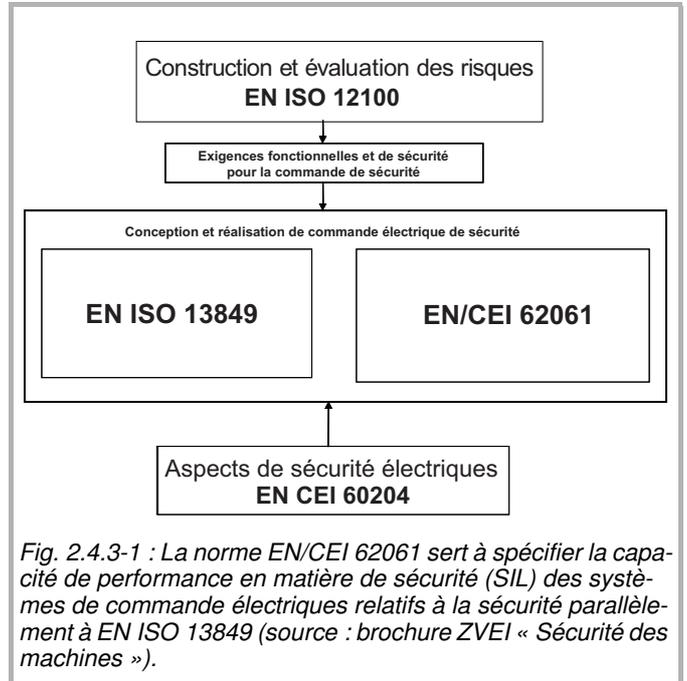


Fig. 2.4.3-1 : La norme EN/CEI 62061 sert à spécifier la capacité de performance en matière de sécurité (SIL) des systèmes de commande électriques relatifs à la sécurité parallèlement à EN ISO 13849 (source : brochure ZVEI « Sécurité des machines »).

### Évaluation des risques et détermination du SIL

Un processus d'évaluation qualitative des risques et de détermination du SILCL est décrit dans l'annexe A instructive de la norme EN/CEI 62061. Ce processus doit être exécuté pour chaque danger spécial qui doit être réduit au moyen d'un SRECS. Il repose sur la méthode présentée par la norme EN ISO 12100 et utilise les paramètres de risques pour l'évaluation.

- S** gravité des dégâts ou de la blessure éventuels
- F** fréquence et durée de l'exposition
- W** probabilité de survenue d'un événement dangereux
- P** possibilité de prévention ou de limitation des dégâts

Pour chaque danger spécial, les paramètres de risques individuels sont pris en considération et évalués au moyen d'un nombre correspondant en fonction de la manifestation (gravité, fréquence, probabilité par exemple).

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

Gravité	S	Fréquence de l'exposition	F	Probabilité de survenue	W	Possibilité de prévention	P
Irréversible : décès, perte d'un oeil ou d'un bras	4	≤ 1h	5	très élevée	5	impossible	5
Irréversible : membres inférieurs cassés, perte d'un doigt	3	> 1h à ≤ 1 jour	5	probable	4	rare	3
Réversible : traitement médical nécessaire	2	> 1 jour à ≤ 2 semaines	4	possible	3	probable	1
Réversible : premiers soins nécessaires	1	> 2 semaines à ≤ 1 an	3	rare	2		
		> 1 an	2	négligeable	1		

Tableau 4.3-1 : Classification des paramètres de risques selon la norme EN/CEI 62061

La **classe de probabilité de dégât K** est la somme de la fréquence de l'exposition F, de la probabilité de survenue W et de la possibilité de prévention P ( $K = F + W + P$ ). Les deux paramètres S et K permettent d'obtenir une matrice destinée à déterminer le SILCL. Le point de croisement entre la ligne S et la colonne K correspondante indique si une intervention est nécessaire et à quel type de traitement il doit être fait appel.

Gravité (S)	Classe de probabilité de dégât (K)				
	3 à 4	5 à 7	8 à 10	11 à 13	14 à 15
4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
3		(AM)	SIL 1	SIL 2	SIL 3
2			(AM)	SIL 1	SIL 2
1				(AM)	SIL 1

### Légende

	Valeur exigée du SIL pour la fonction de commande relative à la sécurité
	Recommandation de l'utilisation d'autres mesures (AM)
	Intervention non nécessaire

Tableau 4.3-2 : Matrice destinée à déterminer le SIL (source : EN/CEI 62061, annexe A)

### Conception et intégration d'un SRECS selon la norme EN/CEI 62061

L'analyse et l'évaluation des risques réalisées selon la norme EN ISO 12100 ont révélé que les fonctions de sécurité étaient des mesures indispensables à la réduction des risques. Les fonctions de sécurité réalisées au moyen de SRECS sont réparties en fonctions de sécurité partielles pour la conception de l'architecture de système. Ces fonctions de sécurité partielles virtuelles sont associées aux éléments de systèmes partiels réels.

Il s'agit soit d'appareils déjà développés tels que des capteurs, des systèmes de commande ou des acteurs par exemple, soit de composants complexes à concevoir selon les spécifications existantes conformément à CEI 61508 et composés de matériel avec logiciel incorporé ou logiciel d'application. Une fois le système conçu, le niveau d'intégrité de sécurité (SILCL) est déterminé et l'on vérifie si le SIL exigé est atteint.

# 1. INTRODUCTION

## 2. Sécurité des machines dans l'UE

### Détermination de l'intégrité de sécurité (SILCL) atteinte par un SRECS

Le SIL atteint est toujours inférieur ou identique à la valeur la plus basse des SILCL de l'un des systèmes partiels.

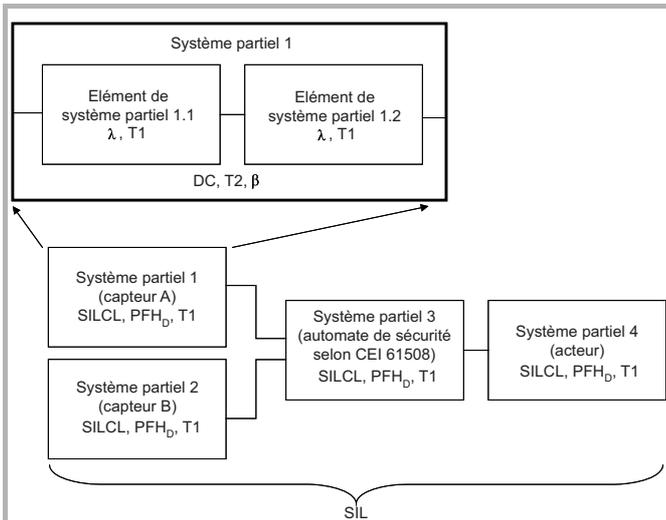


Fig. 2.4.3-2 : Architecture SRECS composée de systèmes et d'éléments partiels (source : brochure ZVEI « Sécurité des machines »)

Les systèmes partiels sont décrits en matière de sécurité par les caractéristiques SILCL, PFH<sub>d</sub> et T<sub>1</sub>.

Caractéristiques de la norme EN/CEI 62061	Signification
SILCL	limite d'exigence SIL (valeur SIL maximale) d'un système partiel (en : SIL claim limit)
PFH <sub>d</sub>	probabilité de défaillances dangereuses par heure (en : probability of dangerous failure per hour)
T <sub>1</sub>	durée d'utilisation du système partiel (en : lifetime) ou intervalle Proof-Test lorsque cette valeur est inférieure à la durée d'utilisation (durée de vie). Commentaire : le Proof-Test sert à détecter les défauts dans le SRECS et ses systèmes partiels.

Les systèmes partiels peuvent se composer d'éléments de systèmes partiels (appareils) connectés de différentes manières présentant les caractéristiques suivantes.

Caractéristiques de la norme EN/CEI 62061	Signification
$\lambda$	taux de défaillance (en : failure rate) ; pour les appareils électromécaniques, le taux de défaillance du fabricant est indiqué par rapport à un nombre de cycles de commutations comme la valeur B <sub>10</sub> . Le taux de défaillance lié au temps et la durée de vie doit être déterminé au moyen de la fréquence de commutation pour chaque application.
SFF	part de défaillances sûres (en : Safe Failure Fraction)
T <sub>2</sub>	intervalle de contrôle de diagnostic (en : diagnostic test interval)
$\beta$	réceptivité par rapport aux défaillances en raison d'une cause commune
DC	degré de couverture du diagnostic (en : diagnostic coverage)

Un chapitre de la norme décrit une approche simplifiée pour l'évaluation de la probabilité de défaillances dangereuses de matériel des systèmes partiels. Il existe 4 architectures de systèmes partiels de base (A, B, C, D). Les formules de calcul correspondantes qui permettent de déterminer la probabilité d'une défaillance dangereuse du système partiel (PFH<sub>d</sub>) pour chacune de ces architectures sont indiquées. La valeur PFH<sub>d</sub> du système de commande relatif à la sécurité est déterminée en additionnant les valeurs PFH<sub>d</sub> individuelles des systèmes partiels.

### Validation

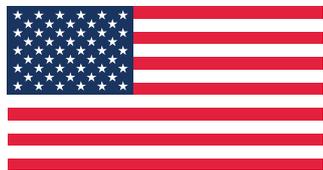
Le chapitre 8 énonce les exigences liées à la validation du système de commande électrique relatif à la sécurité. Lors de la validation, on s'assure, par le biais d'une inspection et d'un contrôle, que la conception de chaque fonction de sécurité répond aux exigences correspondantes des spécifications.

### Validité de la norme EN/CEI 62061

La norme CEI 62061 a été adoptée fin 2004 et acceptée sans modification en tant que norme européenne. La norme EN 62061 est reprise, depuis le 31.12.2005, dans le Journal officiel de l'Union européenne en tant que norme avec effet de supposition pour répondre à la directive relative aux machines 2006/42/CE.

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 3. Sécurité des machines aux États-Unis



En 1970, le Congrès a promulgué une loi baptisée « Occupational Safety and Health Act » (OSHA). Celle-ci a pour tâche de réduire les risques en matière de sécurité et de santé sur le lieu de travail et

d'améliorer en permanence les règles de protection en cours de travail existantes. L'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) a été créée en tant qu'administration de contrôle responsable.

Le texte suivant fournit un aperçu des principales règles et normes américaines relevant du domaine des machines et ne dispense pas de l'examen approfondi des documents respectifs. Il ne prétend pas être exhaustif et ne donne lieu à aucun droit légitime. Les prescriptions régionales actuelles respectives ou les normes spécifiques aux machines doivent en principe être respectées.

### 3.1 Ordonnances OSHA

Les U.S. Code of Federal Regulations, Title 29, Part 1910, Subpart 0, énoncent des normes de sécurité générales et spécifiques pour les machines. Quelques exemples sont repris dans la liste suivante. Des informations supplémentaires sont disponibles sur le site [www.osha.gov](http://www.osha.gov).

#### Extrait du U.S. Code of Federal Regulations, Title 29, Part 1910, Subpart 0

Numéros des documents	Titre et contenu
OSHA 1910.211	Définition
OSHA 1910.212	Exigences générales pour toutes les machines
OSHA 1910.213	Exigences liées aux machines à bois
OSHA 1910.214	Exigences liées aux machines de tonnellerie
OSHA 1910.215	Exigences liées aux meuleuses
OSHA 1910.216	Exigences liées aux moulins et aux calendres dans l'industrie de traitement du caoutchouc et du plastique
OSHA 1910.217	Presses mécaniques 1910.217(b)(7) Revolution Clutch Controls 1910.217(b)(14) Brake System Monitoring 1910.217(c) Safeguarding the Point of Operation 1910.217(c)(3) Point of Operation Devices 1910.217(c)(3)(iii) Presence Sensing Devices 1910.217(c)(3)(5) Additional Requirements for Safeguarding
	1910.217(e) Inspection, Maintenance and Modification of Presses 1910.217(5)(c) Operation of Power Presses

Numéros des documents	Titre et contenu
OSHA 1910.218	Machines à forger
OSHA 1910.219	Machines à transmission mécaniques

Il n'existe pas aux États-Unis de législation unique chargée de réglementer la responsabilité du fabricant ou du fournisseur. L'OSHA, 1970, section 18 invite toutefois les états fédéraux à élaborer leurs propres programmes de sécurité en cours de travail et de santé. L'OSHA fournit des informations supplémentaires pour chacun de ces programmes sur les sites [www.osha.gov](http://www.osha.gov) ou [www.osha-slc.gov](http://www.osha-slc.gov).

### 3.2 Normes américaines ANSI, NFPA, UL (National Consensus Standards)

Outre les normes OSHA, l'administration OSHA est autorisée à contrôler et à imposer le respect des National Consensus Standards. Il s'agit de normes, de règlements relatifs à la santé et à la sécurité en cours de travail ou de modifications qui

- ont été adoptés et diffusés par une organisation fixant des normes reconnues au niveau national (ANSI, UL par ex.)
- sont désignés comme normes par le Ministère du travail (Secretary of Labor)
- traitent sous la forme de normes internationales de thèmes ou de domaines (CEI, ISO) qui ne sont couverts par aucune norme américaine.

Les U.S. National Consensus Standards sont donc des normes qui complètent les normes OSHA. Voici une liste représentant plusieurs organismes chargés d'émettre ce type de normes :

- American National Standards Institute (ANSI)  
[www.ansi.org](http://www.ansi.org)
- European Committee for Standardization (CEN)  
[www.cen.eu](http://www.cen.eu)
- European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)  
[www.cenelec.org](http://www.cenelec.org)
- International Electrotechnical Commission (IEC)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)
- International Standardization Organization (ISO)  
[www.iso.org](http://www.iso.org)
- National Fire Protection Agency (NFPA)  
[www.nfpa.org](http://www.nfpa.org)

# 1. INTRODUCTION

## 3. Sécurité des machines aux États-Unis

**Les principales U.S. National Consensus Standards relevant du domaine des machines (cette liste n'est pas exhaustive)**

Standard	Titre et contenu
ANSI B11.1	Mechanical Power Presses – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.2	Hydraulic Power Presses – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.3	Power Press Brakes – Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.4	Machine Tools – Shears – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.5	Machine Tools – Iron Workers – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.6	Lathes – Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.7	Cold Headers and Cold Formers – Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.8	Drilling, Mining and Boring Machines – Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.9	Grinding Machines – Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.10	Metal Sawing Machines – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.11	Gear-Cutting Machines – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.12	Machine Tools – Roll-Forming and Roll-Bending Machines - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.13	Machine Tools – Single- and Multiple-Spindle Automatic Bar and Chucking Machines - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.14	Machine Tools – Coile-Slitting Machines - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.15	Pipe, Tube and Shape-Bending Machines - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.16	Metal Powder Compacting Presses - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.17	Machine Tools – Horizontal Hydraulic Extrusion Presses - Safety Requirements for Construction, Care and Use

Standard	Titre et contenu
ANSI B11.18	Machine Tools – Machines and Machinery Systems for Processing Strip, Sheet or Plate from Coiled Configuration - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.19	Performed Criteria for the Design, Construction, Care and Operation of Safeguarding when referenced by other B11 Machine Tool Safety Standards
ANSI B11.20	Machine Tools – Manufacturing Systems / Cells - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.21	Machine Tools – Using Lasers for Processing Materials - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.TR1	Ergonomic Guidelines for Design, Installation and Use of Machine Tools
ANSI B11.TR2	Mist Control on Machines Using Metal Working Fluids
ANSI B151.27	Safety Requirements for Robots Used with Horizontal Injection Molding Machines
ANSI B56.5	Safety Standards for Guided Industrial Vehicles and Automated Functions of Manned Industrial Vehicles
ANSI R15.06	Safety Requirements for Robots and Robot Systems
ANSI B65.1	Safety Standards for Printing Press Systems
NFPA 70E	Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces
NFPA 79	Electrical Standard for Industrial Machinery
UL 508	Industrial Control Equipment
UL 61496-1	Electro-Sensitive Protective Equipment, Part 1 : General Requirements for Design, Construction and Testing of Electrosensitive Protective Devices (ESPDs).
UL 61496-2	Electro-Sensitive Protective Equipment, Part 2 : Particular Requirements for Equipment Using Active Opto-Electronic Protective Devices (AOPDs).

Services liés à la sécurité des machines

Logiciels de technique de sécurité

Scanners laser de sécurité

Barrières immatérielles de sécurité

Barrages immatériels multifaisceaux de sécurité

Lots de barrages immatériels de sécurité

Barrages immatériels monofaisceau de sécurité

AS-Interface Safety at Work

Détecteurs de proximité de sécurité

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 3. Sécurité des machines aux États-Unis

### 3.3 Stratégie de réduction des risques

Le U.S. Code of Federal Regulations, Title 29, Part 1910, Subpart O exige que les risques potentiels soient analysés lors de la construction de la machine et que, si nécessaire, des dispositifs de protection supplémentaires soient prévus pour protéger l'opérateur.

Le Technical Report ANSI B11.TR3:2000 contient des propositions d'appréciation, d'évaluation et de réduction des risques liés aux machines-outils.

L'OSHA/ANSI prévoit les procédés hiérarchiques suivants pour réduire les risques :

1. Identification et analyse du risque (voir ANSI B11.TR3:2000)
2. Supprimer le risque par le biais de mesures constructives
3. Réduire le risque grâce à des dispositifs de protection techniques
4. Signaux d'avertissement et mises en garde
5. Équipement de protection personnel pour le personnel opérateur
6. Formation du personnel opérateur

La norme internationale EN ISO 12100 « Sécurité des machines – Principes généraux de conception - Appréciation du risque et réduction du risque » est structurée de la même manière. Celle-ci fournit une aide détaillée dans le cadre de l'identification des dangers, décrit les risques auxquels le constructeur doit accorder une attention particulière, énonce des principes de conception et une méthode visant à garantir une construction sûre et une réduction des risques. Elle décrit en outre une méthode itérative à appliquer pour l'analyse, l'évaluation et la réduction des risques afin de garantir la sécurité nécessaire des machines. Les normes spécifiques aux machines existantes telles que les normes EN de type C par exemple, doivent être considérées comme prioritaires.

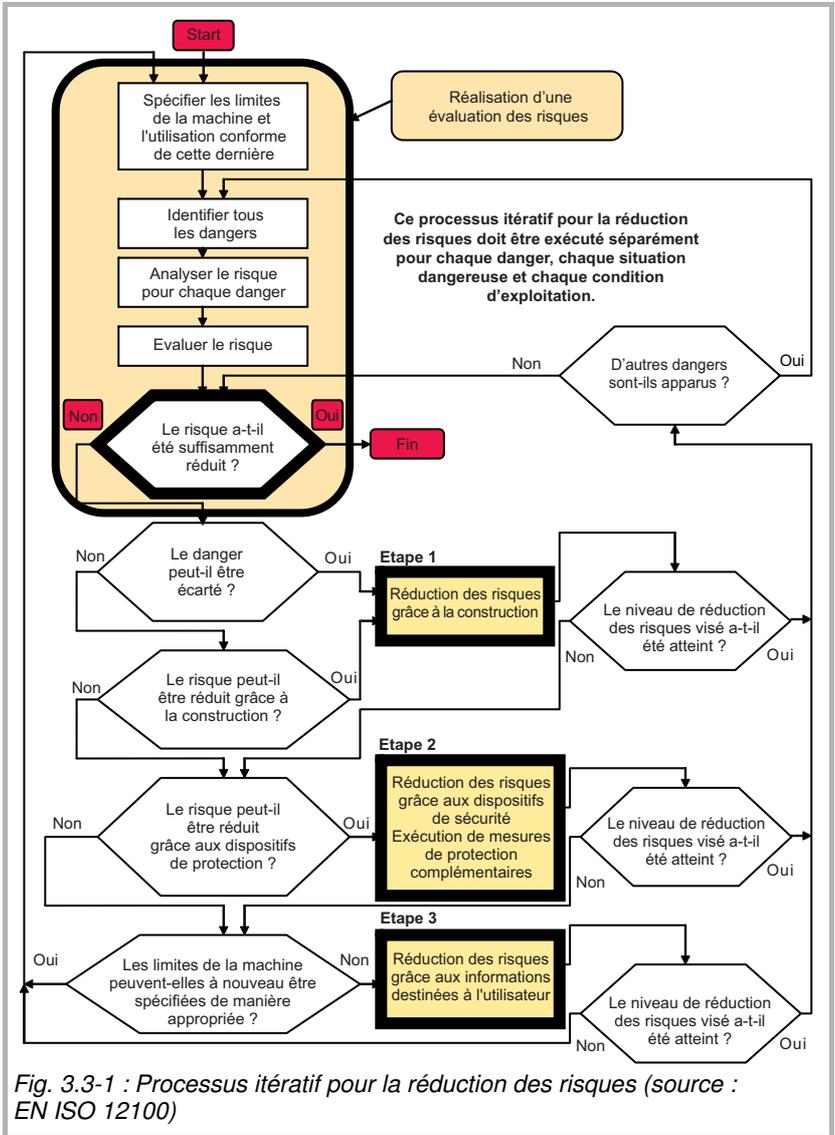


Fig. 3.3-1 : Processus itératif pour la réduction des risques (source : EN ISO 12100)

# 1. INTRODUCTION

## 3. Sécurité des machines aux États-Unis

La norme EN ISO 12100 recommande au constructeur de machines de suivre la procédure suivante afin de réduire les risques :

1. Spécifier les limites et l'utilisation conforme de la machine
2. Identifier les dangers potentiels et les situations dangereuses
3. Évaluer le risque de chaque danger identifié et de chaque situation dangereuse et examiner les comportements inadéquats prévisibles ou les erreurs de manipulation de la part de l'opérateur
4. Évaluer chaque risque et décider si une réduction des risques est nécessaire ou non
5. Tenter de supprimer ou de réduire le risque par le biais de mesures constructives. Si ceci se révèle infructueux,
6. Réduire les risques grâce à l'utilisation de dispositifs de sécurité (protecteurs tels que les barrières de protection ou occultations, ou équipements de protection électro-sensibles comme les barrières immatérielles de sécurité)
7. Informer et avertir l'opérateur des autres risques subsistants inhérents à la machine via un avertissement sur la machine et dans le manuel d'utilisation

Les quatre premières étapes décrivent l'analyse et l'évaluation des risques. Il est essentiel que l'analyse et l'évaluation des risques soient effectuées de manière méthodique et documentées de façon compréhensible.

Outre ces mesures de protection choisies par le constructeur de la machine, l'exploitant ou l'opérateur peut juger nécessaire d'adopter d'autres mesures de cet type en vue de réduire les autres risques subsistants. Ces mesures sont les suivantes :

- Mesures organisationnelles (processus de travail sûrs, contrôles réguliers par exemple)
- Dispositifs de protection personnels
- Formation et instruction des opérateurs

### Remarque

Le logiciel pour PC Safexpert destiné aux techniques de sécurité de machines, comprend une liste des dangers et soutient le processus d'évaluation et de réduction des risques selon la norme EN ISO 12100. Le logiciel permet un examen isolé de tous les postes dangereux et de toutes les phases de vie de la machine et fournit une documentation claire et compréhensible. Pour de plus amples informations et indications concernant la commande, veuillez consulter le chapitre Safexpert, page 58.

### 3.4 Fiabilité des commandes (Control Reliability)

#### OSHA 1910.211

Comprend les exigences suivantes : un système de commande doit être conçu de sorte

- qu'un défaut qui survient au sein du système n'entrave pas le déclenchement du processus d'arrêt normal,
- qu'aucun autre cycle de la machine ne puisse être exécuté avant que le défaut ne soit éliminé et
- que le défaut puisse être détecté au moyen d'un test simple ou affiché par le système de commande.

#### ANSI B11.19-2003

L'article 3.14 définit la sécurité fonctionnelle (Control Reliability) comme suit :

la sécurité fonctionnelle (Control Reliability) est la capacité de la commande de la machine, du dispositif de protection, d'autres composants de commande et des interfaces qui y sont liées de garantir un état sûr lorsqu'un défaut survient et que celui-ci concerne ses fonctions relatives à la sécurité.

L'article E.6.1 précise :

elle ne peut empêcher l'exécution répétée d'un cycle de la machine

- en cas d'erreur mécanique grave ou
- en cas de défaillance simultanée de plusieurs composants.

La norme énonce la remarque suivante concernant le montage structurel :

*la sécurité fonctionnelle (Control Reliability) n'est pas garantie par une redondance simple. Un contrôle doit être effectué afin de s'assurer que la redondance reste efficace.*

#### ANSI B11.20

La norme ANSI B11.20, article E.6.13, précise, concernant la structure de commande :

la protection contre les conséquences de la défaillance de composants de commande ne doit pas uniquement dépendre d'une redondance simple. La défaillance d'un élément de deux ou de plusieurs composants de commande en parallèle ou en série peut rester inaperçue en cas de redondance simple autrement dit de redondance non contrôlée. La machine semble continuer à fonctionner de manière sûre. Si, par la suite, un autre élément tombe en panne dans un autre circuit redondant, un état dangereux peut survenir. Le contrôle des structures de commande redondantes ainsi que la détection de tels défauts isolés et la réaction sûre face à ces derniers s'avèrent par conséquent absolument nécessaires.

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 3. Sécurité des machines aux États-Unis

### ANSI / RIA R15.06-1999

Cette norme ANSI contient d'autres exigences relatives à la sécurité fonctionnelle (Control Reliability) et évoque les défauts qui surviennent en raison de causes communes (surtension par exemple). Commentaire : l'on entend par « causes communes » les causes qui peuvent influencer simultanément et de façon identique les canaux de commande montés de manière redondante.

- Le contrôle doit déclencher un signal d'arrêt dès qu'un défaut est détecté.
- Un avertissement doit être émis si le danger subsiste après que le mouvement a été immobilisé.
- Dès qu'un défaut a été détecté, un état sûr doit être maintenu jusqu'à ce que le défaut soit éliminé.
- Les défauts qui surviennent en raison d'une cause commune (surtension par exemple) doivent être pris en considération si la probabilité de survenue d'un tel défaut est élevée.
- Un défaut isolé doit être détecté au moment de sa survenue. Si cela se révèle irréalisable, le défaut doit être détecté lors de la prochaine utilisation de la fonction de sécurité.

### Comparaison des exigences ANSI, CEI/EN liées aux commandes relatives à la sécurité

Il n'existe pas de conformité exacte dans la définition de la sécurité fonctionnelle ou la Control Reliability dans le monde des normes américaines et CEI/EN. Les exigences de la catégorie 3 de la norme EN ISO 13849-1 sont relativement proches des exigences OSHA / ANSI :

- Les parties des systèmes de commande relatives à la sécurité et/ou leurs dispositifs de protection ainsi que leurs éléments doivent être conçus, montés, sélectionnés et combinés dans le respect des normes correspondantes de manière à pouvoir résister aux influences prévues.
- Les principes de sécurité éprouvés doivent être appliqués lors de la construction. Les parties relatives à la sécurité doivent être conçues de sorte :
  - le moindre défaut survenant dans chacune de ces parties n'entraîne pas la perte de la fonction de sécurité et que
  - le défaut isolé puisse être détecté, s'il est possible de le faire de manière adéquate.

Le comportement en cas de défaut d'une commande relative à la sécurité de catégorie 3 est spécifié comme suit :

- Lorsqu'un défaut isolé survient, la fonction de sécurité est toujours maintenue.
- Certains défauts, mais pas tous, sont détectés.\*
- Une accumulation de défauts non détectés peut entraîner la perte de la fonction de sécurité.\*

\*) L'évaluation des risques indique si la perte totale ou partielle de(s) la fonction(s) de sécurité provenant des défauts est acceptable.

### Remarque

Le logiciel pour PC SISTEMA de l'Institut für Arbeitsschutz (IFA, institut allemand pour la sécurité au travail) permet de calculer et d'évaluer automatiquement la sécurité fonctionnelle des systèmes de commande selon la norme EN ISO 13849-1. Il constitue un complément idéal à Safexpert et est téléchargeable en tant que freeware à l'adresse [www.leuze.com/fr/sistema](http://www.leuze.com/fr/sistema). Pour de plus amples informations, veuillez consulter le chapitre SISTEMA, page 64.

# 1. INTRODUCTION

## 4. Dispositifs de protection

### 4.1. Choix de dispositifs de protection

#### Instructions de la norme EN ISO 12100 relatives au choix des dispositifs de protection

Des dispositifs de protection sont à prévoir si les dangers ne peuvent pas être évités ou suffisamment limités par la biais de mesures constructives. Le choix d'un dispositif de protection approprié doit s'effectuer selon une prescription spécifique à la machine existante (norme C européenne par exemple) ou sur la base d'une évaluation des risques de la machine respective.

En règle générale, le dispositif de protection doit permettre une manipulation simple et ergonomique de la machine et garantir la conformité de l'utilisation. Si ce n'est pas le cas, les dispositifs de protection peuvent alors être manipulés de manière à permettre une manipulation plus aisée de la machine.

Un protecteur fixe (clôture par exemple) doit être utilisé là où l'accès de l'opérateur à la zone dangereuse n'est pas nécessaire durant le fonctionnement normal. Si, pour des raisons liées au fonctionnement, un accès plus fréquent s'avère nécessaire, un équipement de protection électro-sensible (barrière immatérielle de sécurité par exemple) ou un protecteur mobile (porte avec interrupteurs de sécurité par exemple) doit être utilisé.

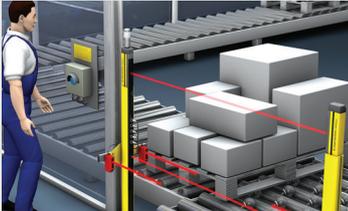
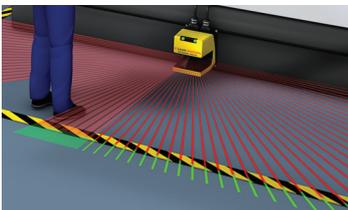
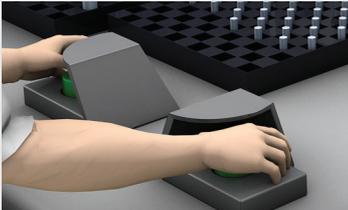
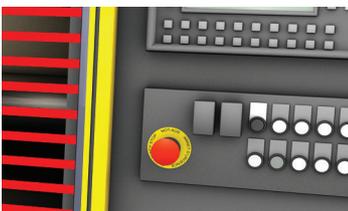
#### Choix de dispositifs de protection, avantages liés à l'application - limites d'application

	Type de dispositif de protection	Avantages liés à l'application	Limites d'application
	Protecteur fixe (ex. clôture, couverture)	Grande résistance, protection contre les blessures causées par des éléments projetés.	Ne peut être utilisé lorsqu'un accès plus fréquent à la zone dangereuse est nécessaire. Accès difficile lors de travaux d'entretien. Peut être retiré sans être détecté. Distance de sécurité indispensable (EN ISO 13857).
	Protecteur mobile sans interverrouillage (ex. porte ou clapet) avec interrupteurs de sécurité (sans interverrouillage)	Accès possible à la machine. La porte ne peut pas être retirée sans être détectée.	La porte de protection peut être ouverte durant le fonctionnement de la machine. Ne peut être utilisé si le temps d'arrêt de la machine est supérieur au temps d'accès de la personne. Entraîne l'utilisation lorsqu'un accès plus fréquent à la zone dangereuse est nécessaire. Distance de sécurité indispensable (EN ISO 13855).
	Protecteur mobile avec interverrouillage (ex. porte ou clapet avec interverrouillage de sécurité)	La porte de protection ne peut être ouverte que via un signal de déverrouillage électrique. Interruptions de fabrication non souhaitées évitées. Aucune distance de sécurité nécessaire.	Peut être utilisé en respectant certaines conditions lorsqu'un accès plus fréquent à la zone dangereuse est nécessaire.

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 4. Dispositifs de protection

### Choix de dispositifs de protection, avantages liés à l'application - limites d'application

	Type de dispositif de protection	Avantages liés à l'application	Limites d'application
	<p>Barrages immatériels de sécurité, barrages immatériels multifaisceaux de sécurité, barrières immatérielles de sécurité</p>	<p>Accès et utilisation ergonomique de la machine possibles. En cas de combinaison avec une fonction d'inhibition, transport libre de matériel via le champ de protection possible.</p>	<p>Distance de sécurité nécessaire (EN ISO 13855). Aucune protection contre les blessures causées par des éléments projetés.</p>
	<p>Scanners laser de sécurité</p>	<p>Accès et utilisation ergonomique de la machine possibles. Adaptation flexible du champ de protection et de chaque zone dangereuse.</p>	<p>Peut être utilisé en respectant certaines conditions dans des environnements très encrassés. Distance de sécurité nécessaire (EN ISO 13855). Aucune protection contre les blessures causées par des éléments projetés.</p>
	<p>Commandes bimanuelles</p>	<p>Dispositif de protection par maintien à distance avec fonction de commande. Les deux mains de l'opérateur doivent obligatoirement être protégées contre les blessures lors de l'activation de la machine.</p>	<p>La commande bimanuelle protège uniquement l'opérateur. Les autres personnes se trouvant à proximité ne sont pas protégées. Distance de sécurité nécessaire (EN ISO 13855).</p>
	<p>Dispositifs d'arrêt d'urgence</p>	<p>Bouton(s) d'arrêt de la machine pour prévenir les situations de danger directes ou imminentes.</p>	<p>Mesure de prudence supplémentaire en cas d'urgence. Ne remplace pas les autres mesures de protection. Les boutons doivent être placés à portée des postes dangereux.</p>

# 1. INTRODUCTION

## 4. Dispositifs de protection

### Exigences générales relatives à la construction de dispositifs de protection

La norme EN ISO 12100 « Sécurité des machines, notions fondamentales, principes généraux de conception » contient les exigences constructives générales suivantes :

#### Les protecteurs et non-protecteurs

- doivent tenir compte des dangers mécaniques et autres
- doivent présenter une structure résistante
- ne peuvent entraîner aucun danger supplémentaire
- ne peuvent pas être facilement manipulés ou rendus inefficaces
- doivent se trouver à une distance suffisante de la zone dangereuse (voir EN ISO 13857 ou EN ISO 13855)
- ne peuvent pas entraver le maniement de la machine et le processus de travail plus que nécessaire afin de limiter les contournements
- doivent permettre des interventions pour l'utilisation ou le changement d'outils ou pour des travaux d'entretien sans retirer les dispositifs de protection. L'accès doit rester limité à la zone nécessaire au travail.

### 4.2 Protection au moyen de dispositifs de protection optoélectroniques

La norme CEI TS 62046 « Sécurité des machines – Application des équipements de protection à la détection de la présence de personnes » contient des informations de base relatives au choix, à l'utilisation, au raccordement et à la mise en service d'équipements de protection électro-sensibles et de tapis sensibles. Elle s'adresse aux émetteurs de normes C spécifiques aux machines, aux constructeurs, aux organes de contrôle ainsi qu'à tous ceux chargés de l'installation appropriée de tels dispositifs de sécurité.

Les explications suivantes concernent les recommandations de la norme CEI TS 62046 considérée comme l'état de la technique internationale. Il faut en principe tenir compte **avant tout** des éléments suivants : les notices explicatives des dispositifs de protection, les prescriptions régionales ou les normes spécifiques aux machines



telles que les normes C européennes

EN 692 Machines-outils – Sécurité – Presses mécaniques

EN 693 Machines-outils – Sécurité – Presses hydrauliques



ou aux États-Unis :

OSHA 1910.217 Mechanical Power Presses

ANSI B11.1 Mechanical Power Presses – Safety Requirements for Construction, Care, Use

ANSI B11.2 Hydraulic Power Presses – Safety Requirements for Construction, Care, Use

ANSI B11.19 Performed Criteria for the Design, Construction, Care and Operation of Safeguarding when referenced by other B11 Machine Tool Safety Standards

#### 4.2.1 Choix et utilisation des dispositifs de protection optoélectroniques

Une évaluation des risques est supposée être effectuée conformément à la norme EN ISO 12100 par exemple (voir chapitre 2.3 page 18 ou 3.3. page 28) et un dispositif de protection optoélectronique choisi en tant que mesure de réduction des risques.

#### Consignes de sécurité générales :

- Les dispositifs de protection optoélectroniques n'offrent aucune protection contre les éléments projetés ou les émissions de la machine.
- La machine doit permettre l'arrêt de tout mouvement dangereux à chaque moment du cycle de travail.
- Les dispositifs de protection optoélectroniques sont montés de telle sorte que l'accès à un poste dangereux n'est possible que par le champ de protection. L'accès des mains par le haut et par le bas et le passage des pieds doivent être évités grâce à des dispositifs de protection supplémentaires (ex. protecteurs, chapitre 4.3, page 43).
- Lorsque les postes dangereux (protection des doigts et des mains) et les zones dangereuses sont sécurisés, personne ne peut se trouver dans la zone dangereuse sans être détecté. Le cas échéant, des dispositifs de protection supplémentaires sont prévus tels que la protection contre le passage des pieds via une barrière immatérielle maître/esclave.
- La distance de sécurité entre le dispositif de protection et le poste dangereux doit être suffisamment importante pour que le mouvement dangereux soit immobilisé avant qu'une partie du corps d'une personne puisse atteindre ce poste (voir chapitre 4.2.1 étape 4, page 33).
- Les surfaces réfléchissantes se trouvant à proximité de dispositifs de sécurité optoélectroniques peuvent empêcher, en raison d'une déviation des faisceaux, la détection d'objets dans le champ de protection. Afin de prévenir ce type de situation, une distance minimale appropriée doit être maintenue conformément aux instructions de branchement et de fonctionnement.

Services liés à la sécurité des machines

Logiciels de technique de sécurité

Scanners laser de sécurité

Barrières immatérielles de sécurité

Barrages immatériels multifaisceaux de sécurité

Lots de barrages immatériels de sécurité

Barrages immatériels monofaisceau de sécurité

AS-Interface Safety at Work

Détecteurs de proximité de sécurité

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 4. Dispositifs de protection

**Étape 1 : procéder à une évaluation des risques conformément à EN ISO 12100 par exemple**  
(voir chapitre 2.3 page 18 ou 3.3. page 28)

**Étape 2 : choisir le type de dispositif de protection optoélectronique et de fonction de protection**

**Les dispositifs de protection optoélectroniques adaptés doivent être choisis (voir tableau) en fonction**

- des directives de prescriptions régionales ou spécifiques aux machines
- des dimensions géométriques de la zone à protéger
- de la fonction de protection à exécuter (arrêt de la machine grâce à la détection des mains ou des doigts par exemple)
- des aspects ergonomiques (utilisation aisée, insertion cyclique manuelle d'éléments oui/non)
- de l'accessibilité des zones dangereuses si le processus, si l'entretien l'impose
- des critères économiques.

	Fonction de protection	Application	Produits Leuze electronic
	Arrêt de la machine grâce à la détection des mains ou des doigts	Lorsque l'opérateur se trouve à faible distance de la zone dangereuse (travaux d'insertion sur une presse par exemple)	Barrières immatérielles de sécurité, scanners laser de sécurité (exécution E)
	Arrêt de la machine grâce à la détection de la personne en cas d'accès à la zone dangereuse	Pour les zones dangereuses accessibles et lorsque la distance par rapport à la zone dangereuse est plus importante	Barrages immatériels monofaisceau et multifaisceaux de sécurité, scanners laser de sécurité (exécution E), interrupteurs et interverrouillages de sécurité (liés aux protecteurs)

	Fonction de protection	Application	Produits Leuze electronic
	Arrêt de la machine grâce à la détection de la personne lorsqu'elle accède à la zone dangereuse et impossibilité de redémarrage grâce à la détection de présence permanente	Sécurisation de la zone dangereuse au niveau des zones d'insertion (accessibles) des machines ou sécurisation de la trajectoire au niveau des systèmes de transport sans conducteur	Scanners laser de sécurité Barrières immatérielles de sécurité (montées en biais ou horizontalement) Barrières immatérielles pour les applications maîtres/esclaves

### Étape 3 : choix du type de sécurité nécessaire du dispositif de protection optoélectronique

Le dispositif de protection optoélectronique est un élément de la partie relative à la sécurité de la commande machine ou un composant de la chaîne d'action d'une fonction de sécurité partielle comprenant un capteur, une commande et un acteur. Sur la base de l'évaluation des risques (graphique) selon la norme EN ISO 13849-1 ou EN/CEI 62061, le constructeur détermine la capacité de performance de sécurité nécessaire à la réduction des risques pour cette fonction de sécurité partielle (voir chapitre 2.4 Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité, page 20 ou 3.4 Fiabilité des commandes (Control Reliability), page 29). Ainsi, indépendamment de la norme de commande utilisée, le niveau de capacité de performance de sécurité atteint (catégorie, PL, SIL) par l'ensemble de la fonction de sécurité est toujours inférieur ou égal à la valeur la plus basse (catégorie, PL, SILCL) de l'un de ses systèmes partiels. En d'autres termes, la chaîne est aussi forte que son maillon le plus faible.

Les dispositifs de protection optoélectroniques présentent différentes capacités de performance de sécurité en fonction du principe de détection et de la structure technique interne. Les normes EN/CEI 61496 et UL 61496 « Sécurité des machines - Équipements de protection électro-sensibles » définissent 3 types d'équipements de protection électro-sensibles (all. : BWS, angl. : ESPE) qui se différencient par leur efficacité et la fréquence temporelle de détection de défauts, autrement dit par leur capacité de performance en matière de sécurité. Le tableau 4.2.1-1 montre les exigences de cette norme. En cas d'utilisation aux États-Unis, il faut vérifier quelle exigence en matière de Control Reliability OSHA / ANSI se révèle pertinente pour chaque cas d'utilisation (respecter les prescriptions régionales et spécifiques aux machines !) (voir chapitres 3 et 3.4, page 29). Il faut ensuite choisir le type d'équipement de protection électro-sensible correspondant.

# 1. INTRODUCTION

## 4. Dispositifs de protection

Type d'EPE selon CEI / EN / UL 61496	Sécurité fonctionnelle (Control Reliability) des équipements de protection électro-sensibles ou ESPE selon la norme CEI / EN / UL 61496 et exigences au niveau de l'efficacité et de la fréquence de détection des défauts
Type 2	<p>Un équipement de protection électro-sensible de type 2 doit posséder une installation pour un test périodique. Il est possible qu'une perte de la fonction de protection survienne en cas de défaut entre les contrôles.</p> <p>Un défaut doit être détecté soit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– immédiatement</li> <li>– via le test périodique suivant</li> <li>– ou via l'activation de la partie à capteurs</li> </ul> <p>et entraîner la désactivation d'au moins une sortie de l'équipement de protection électro-sensible.</p>
Type 3 (défini uniquement pour le scanner laser de sécurité)	<p>La fonction de protection d'un équipement de protection électro-sensible de type 3 est maintenue même en cas de défaut isolé. Une accumulation de défauts peut entraîner la perte de la fonction de sécurité.</p> <p>Un défaut isolé entraînant une perte de la capacité de détection doit être détecté soit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– immédiatement</li> <li>– via l'activation de la fonction des capteurs</li> <li>– via la désactivation / activation</li> <li>– via la réinitialisation du blocage démarrage/redémarrage (si disponible)</li> <li>– ou via un test externe (si disponible)</li> </ul> <p>et entraîner la désactivation des sorties de l'équipement de protection électro-sensible.</p> <p>Tout défaut isolé qui influence la capacité de détection doit être détecté dans les limites du temps spécifié dans la partie utile de EN/CEI 61496 (5 secondes pour le scanner laser de sécurité). En cas de non détection du premier défaut, un deuxième défaut ne peut pas entraîner la perte d'une fonction de protection.</p>
Type 4	<p>Même en cas de survenue de plusieurs défauts, la fonction de protection de l'équipement de protection électro-sensible de type 4 est maintenue.</p> <p>Un défaut isolé entraînant une perte de la capacité de détection des capteurs doit être détecté dans les limites du temps de réaction de l'équipement de protection électro-sensible et entraîner la désactivation des sorties.</p> <p>Tout défaut isolé qui entrave le temps de réaction ou la capacité de désactivation d'une des sorties de l'équipement de protection électro-sensible, doit entraîner la désactivation des sorties de l'équipement de protection électro-sensible soit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– dans les limites du temps de réaction du dispositif indiqué, soit</li> <li>– via la réponse de la partie à capteurs</li> <li>– via la désactivation / activation</li> <li>– via la réinitialisation (RAZ)</li> </ul>

Tableau 4.2.1-1 : Types et sécurité fonctionnelle (Control Reliability) des équipements de protection électro-sensibles selon la norme EN/CEI 61496 ou UL 61496.

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 4. Dispositifs de protection

### Caractéristiques, aide au choix et paramètres de risques

**Caractéristiques des dispositifs de protection de Leuze electronic destinées à la détermination du PL selon la norme EN ISO 13849-1 et du SIL selon la norme CEI 61508 / SILCL selon la norme EN/CEI 62061.**

Pour les produits des séries ASM1, ASM1E, COMPACTplus, ROTOSCAN RS4, SOLID et MSI, le SIL selon CEI 61508/SILCL selon EN/CEI 62061 ou le PL selon EN ISO 13849-1 sont indiqués dans les caractéristiques techniques.

#### Remarque

Le logiciel pour PC SISTEMA de l'Institut für Arbeitsschutz (IFA, institut allemand pour la sécurité au travail) permet de calculer et d'évaluer automatiquement la sécurité fonctionnelle des systèmes de commande selon la norme EN ISO 13849-1. Il constitue un complément idéal à Safexpert et est téléchargeable en tant que freeware à l'adresse [www.leuze.com/fr/sistema](http://www.leuze.com/fr/sistema). Il contient une bibliothèque de composants avec les caractéristiques de sécurité des produits Leuze electronic sélectionnés. Pour de plus amples informations, veuillez consulter le chapitre SISTEMA, page 64.

### Aide pour choisir les dispositifs de protection Leuze electronic

Si aucune prescription régionale ou spécifique aux machines (normes C européennes ou normes OSHA / ANSI) n'exige de types de dispositifs de protection optoélectroniques définis, il est possible de choisir le capteur de sécurité de Leuze electronic destiné à la réduction des risques grâce à l'aide au choix suivante. La méthode qualitative (graphique) présentée par la norme EN ISO 13849-1 est utilisée pour déterminer le niveau de sécurité requis. En principe, une évaluation des risques doit être préalablement effectuée selon la norme EN ISO 12100 par exemple. Il faut par ailleurs veiller à respecter les instructions précédentes du chapitre 4.2.1.

### La norme CEI TS 62046 recommande globalement :

- en cas de risque peu élevé : un équipement de protection électro-sensible de type 2 ou plus
- en cas de risque moyen : un équipement de protection électro-sensible de type 3 (scanner laser de sécurité) ou barrières immatérielles de sécurité de type 4
- en cas de risque élevé : un équipement de protection électro-sensible de type 4

#### Consigne de sécurité

Le choix du type de dispositif de protection permettant une réduction suffisante des risques relève toujours du domaine de responsabilité du constructeur de la machine ou de l'intégrateur de systèmes. Aucun droit ne découle de l'aide au choix suivante. Les lois régionales ou les prescriptions spécifiques aux machines, les raisons liées à la responsabilité des produits ou l'importance des dégâts matériels peuvent inciter à opter pour un autre type de dispositif de protection avec une capacité de performance de sécurité plus élevée, et ainsi à s'écarter des recommandations présentées. Si des blessures graves, irréversibles risquent de survenir, nous recommandons d'utiliser au moins un équipement de protection électro-sensible de type 3.

#### Paramètres de risques :

##### S gravité de la blessure

- S1 légère (blessure généralement réversible)
- S2 grave (blessure généralement irréversible, décès inclus)

##### F fréquence et/ou durée de l'exposition au danger

- F1 rare à peu fréquente et/ou la durée d'exposition au danger est courte
- F2 fréquente à permanente et/ou la durée d'exposition au danger est longue

##### P possibilité de prévenir le danger ou de limiter les dégâts

- P1 possible sous certaines conditions
- P2 quasiment impossible

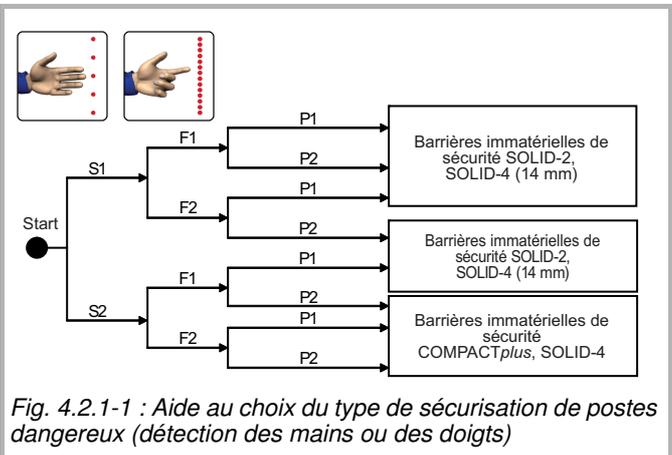
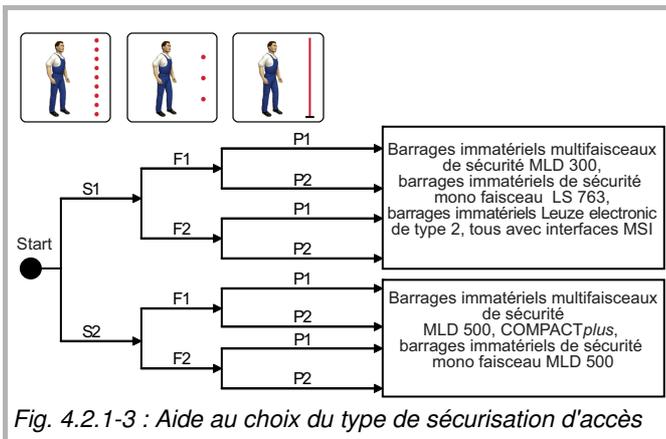
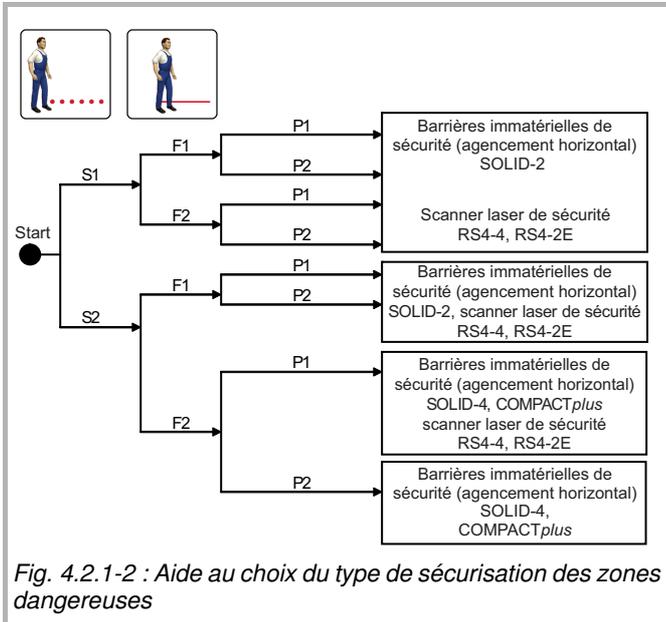


Fig. 4.2.1-1 : Aide au choix du type de sécurisation de postes dangereux (détection des mains ou des doigts)

# 1. INTRODUCTION

## 4. Dispositifs de protection



### Étape 4 : calculer la distance de sécurité

Les dispositifs de protection optoélectroniques ne peuvent remplir leur fonction protectrice que s'ils sont installés à une distance de sécurité suffisante par rapport au poste dangereux. La distance de sécurité du dispositif de protection par rapport au poste dangereux doit être suffisamment importante pour que le mouvement dangereux soit immobilisé avant qu'une partie du corps d'une personne puisse atteindre ce poste (voir également ANSI B11.19-2003). Une fois la distance de sécurité calculée, il faut vérifier si cette distance minimale permet une utilisation ergonomique de la machine par l'opérateur. Si ce n'est pas le cas, il faut choisir un temps d'arrêt total de la machine ou un équipement de protection électro-sensible ayant une résolution plus élevée.

L'aperçu suivant reprend les formules de calcul de la norme EN ISO 13855 « Sécurité des machines - Positionnement des dispositifs de protection par rapport à la vitesse d'approche des parties du corps » et se réfère à la norme CEI TS 62046. Si la machine est soumise à une spécification précise (comme les normes OSHA / ANSI par exemple), il doit y être fait référence. En outre, cet aperçu ne dispense pas du respect des instructions de montage figurant dans la notice.

### Calcul des distances de sécurité selon les normes EN ISO 13855 et CEI TS 62046

La distance minimale d'un dispositif de protection déclencheur d'arrêt par rapport au poste dangereux de la machine doit être calculée en se basant sur la formule générale suivante :

$$S = (K \times T) + C$$

- S** distance minimale de sécurité en millimètres entre le poste dangereux le plus proche et le poste de détection (champ de protection) du dispositif de protection. Une S de 100 mm minimum doit être maintenue indépendamment de la valeur calculée.
- K** vitesse d'approche en millimètres par seconde, provenant des données relatives à la vitesse d'approche du corps ou de parties du corps.  
 Vitesse de marche (membres inférieurs) : K = 1600 mm/s  
 Vitesse de pénétration (membres supérieurs) : K = 2000 mm/s
- T** temps d'arrêt de l'ensemble du système (temps de réponse du dispositif de protection + temps de réponse de l'interface + temps d'arrêt de la machine) en secondes (la norme CEI TS 62046 exige un supplément d'au moins 10% du temps d'arrêt déterminé afin de tenir compte des éventuelles dégradations).
- C** distance supplémentaire en millimètres. Cette distance supplémentaire se base sur le fait qu'une partie du corps peut, en fonction de la résolution du dispositif de protection, s'approcher d'un tronçon déterminé en direction du poste dangereux avant d'être détectée par le dispositif de protection.

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 4. Dispositifs de protection

### Approche générale pour les équipements de protection électro-sensibles avec approche à angle droit (sécurisation des postes dangereux et sécurisation d'accès)

Selon EN ISO 13855, il convient de tenir compte non seulement du sens du mouvement à travers le champ de protection, mais aussi du contournement du dispositif de protection s'il est possible d'y accéder par le haut ou par le bas. Par conséquent, les valeurs S de la distance de sécurité portant l'une sur le passage des mains / des pieds dans le champ de protection  $S_{RT}$  (Reach Through) et l'autre sur l'accès par le bas / par le haut  $S_{RO}$  (Reach Over) doivent être calculées. La plus grande de ces deux valeurs doit être retenue comme distance de sécurité S.

Pour la sécurisation de zone dangereuse avec approche parallèle, l'accès par le bas et par le haut est déjà pris en compte de manière implicite.

### Formule de calcul de la distance de sécurité minimale pour les équipements de protection électro-sensibles avec approche à angle droit portant sur le passage des mains dans le champ de protection (sécurisation des postes dangereux) :

Les formules de calcul suivantes doivent être utilisées pour les applications de dispositifs de protection optoélectroniques avec une direction d'approche du corps à un angle de 30° à 90° par rapport à la surface du champ de protection :

### S pour dispositif de protection avec capacité de détection d (résolution) ≤ 40 mm :

$$S = (2000 \times T) + 8 \times (d - 14)$$

#### Attention :

S doit toujours être d'au moins 100 mm. Si le résultat du calcul donne une  $S > 500$  mm, le calcul doit être réeffectué avec  $K = 1600$  mm/s. Dans ce cas, S doit être d'au moins 500 mm.

Si des équipements de protection électro-sensibles sont également utilisés pour commander la machine (barrières immatérielles de sécurité avec fonction à un temps ou à deux temps), leur résolution doit être ≤ 30 mm. La distance minimale S de 150 mm ne doit jamais être dépassée indépendamment du calcul. Si  $d = 14$  mm, cette distance minimale est de 100 mm.

#### Attention :

Les prescriptions spécifiques aux machines telles que les normes EN 692 ou EN 693 peuvent exiger pour S des valeurs qui s'écartent de la formule.

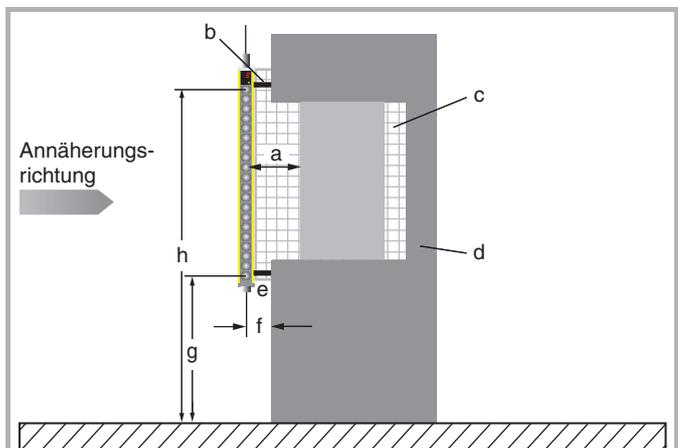
**S pour dispositif de protection avec  $40 < d \leq 70$  mm :**  
De tels dispositifs de protection ne peuvent être utilisés que s'il résulte de l'évaluation des risques que la pénétration des mains n'a pas besoin d'être détectée. Le supplément à ajouter de 850 mm correspond à la longueur du bras :

$$S = (1600 \times T) + 850 \text{ mm}$$

#### Attention :

Hauteur du faisceau le plus haut du dispositif de protection ≥ 900 mm

Hauteur du faisceau le plus bas du dispositif de protection ≤ 300 mm



- a = distance de sécurité S ou  $D_S$
- b = mesures contre la pénétration par le haut
- c = mesures contre la pénétration latérale
- d = mesures contre la pénétration par l'arrière
- e = mesures contre la pénétration par le bas
- f = 75 mm distance maximale pour éviter la pénétration des pieds.  
Si cette valeur ne peut être obtenue en raison de la distance de sécurité, d'autres mesures (par exemple des barrières mécaniques) devront garantir la distance nécessaire de 75 mm.
- g = hauteur du faisceau le plus bas au-dessus du plan de référence
- h = hauteur du faisceau le plus haut au-dessus du plan de référence

Fig. 4.2.1-4 : Approche de la partie du corps à angle droit par rapport à la surface du champ de protection

# 1. INTRODUCTION

## 4. Dispositifs de protection

### Formule de calcul de la distance de sécurité minimale des barrages immatériels multifaisceaux de sécurité à des fins de sécurisation d'accès portant sur le passage des mains et des pieds dans le champ de protection :

S'il ressort de l'évaluation des risques qu'une détection de la pénétration de tout le corps est suffisante, la formule de calcul suivante doit être utilisée. Le supplément à ajouter de 850 mm correspond à la longueur du bras :

$$S = (1600 \times T) + 850 \text{ mm}$$

#### Attention :

Ce type d'agencement du dispositif de protection permet à un opérateur de se tenir entre le capteur et le poste dangereux sans être détecté après avoir franchi le dispositif de protection. Dans chaque cas, une fonction de blocage démarrage/redémarrage doit être prévue pour empêcher le démarrage de la machine. Le dispositif de commande (touche de réinitialisation) doit être positionné de manière à ce que l'ensemble de la zone dangereuse puisse être visualisé et qu'il soit impossible d'y accéder depuis la zone dangereuse.

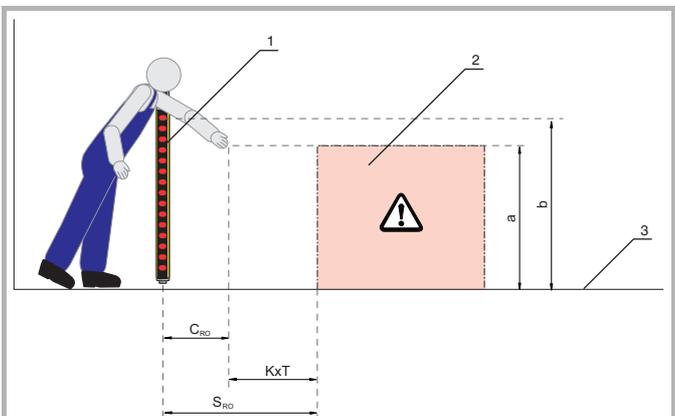
Il faut tenir compte, lors de l'évaluation des risques et du choix d'un dispositif de protection adapté, d'un contournement éventuel tel que le passage sous le faisceau le plus bas, le passage au-dessus du faisceau le plus haut, le passage entre deux faisceaux. Si l'évaluation des risques autorise l'utilisation d'un dispositif de protection monofaisceau, la distance minimale doit être calculée selon la formule suivante :

$$S = (1600 \times T) + 1200 \text{ mm}$$

### Formule de calcul de la distance de sécurité minimale pour les équipements de protection électrosensibles avec approche à angle droit portant sur l'accès par le haut :

S'il est possible d'accéder à un champ de protection vertical par le haut ou par le bas, conformément à EN ISO 13855, un supplément  $C_{RO}$  doit être ajouté à la distance de sécurité  $S_{RO}$ .

$S_{RO} = K * T + C_{RO}$	
$K$ = Vitesse d'approche pour la sécurisation de postes dangereux avec réaction d'approche et direction d'approche normale au champ de protection	2000 mm/s ou 1600 mm/s quand $S_{RO} > 500 \text{ mm}$
$T$ = Retard total, somme ( $t_a + t_i + t_m$ ) de $t_a$ : temps de réponse du dispositif de protection $t_i$ : temps de réponse de l'interface de sécurité $t_m$ : temps d'arrêt de la machine	[s]
$C_{RO}$ = Distance supplémentaire au sein de laquelle une partie du corps peut bouger vers le secteur dangereux avant que le dispositif de protection ne s'enclenche	valeur dans le tableau 4.2.1-2



- 1 EPE
- 2 Poste dangereux
- 3 Plan de référence

Fig. 4.2.1-5 : Supplément à la distance de sécurité en cas d'accès par le haut ou par le bas

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 4. Dispositifs de protection

Hauteur a du poste dangereux [mm]	Hauteur b de l'arête supérieure du champ de protection de l'équipement de protection électro-sensible											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
	Distance supplémentaire $C_{RO}$ à la zone dangereuse [mm]											
2600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1800	1100	1100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1600	1150	1150	1100	1000	900	850	750	450	0	0	0	0
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	0	0	0	0	0
1200	1200	1200	1100	1000	850	800	0	0	0	0	0	0
1000	1200	1150	1050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1150	1050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

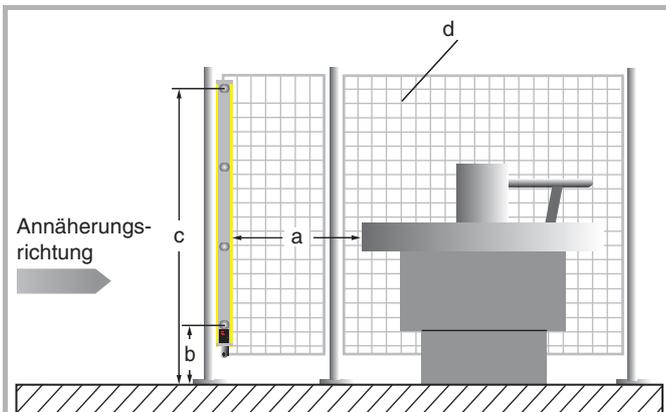
Tableau 4.2.1-2 : Supplément  $C_{RO}$  pour le passage par dessus le champ de protection vertical d'un équipement de protection électro-sensible conformément à EN ISO 13855

# 1. INTRODUCTION

## 4. Dispositifs de protection

**Nombre de faisceaux et hauteurs des faisceaux de barrages immatériels multifaisceaux de sécurité à des fins de sécurisation d'accès selon la norme EN ISO 13855**

Nombre de faisceaux du dispositif de protection	Hauteur des faisceaux au-dessus du plan de référence
4	300, 600, 900, 1200 mm
3	300, 700, 1100 mm
2	400, 900 mm



- a = distance de sécurité **S** ou **D<sub>S</sub>**
- b = hauteur du faisceau le plus bas au-dessus du plan de référence, voir tableau ci-dessus
- c = hauteur du faisceau le plus élevé, voir tableau ci-dessus
- d = mesures contre l'accès latéral

Fig. 4.2.1-6 : Distance de sécurité et hauteurs de faisceaux des barrages immatériels multifaisceaux de sécurité à des fins de sécurisation d'accès

**Formule de calcul de la distance de sécurité minimale pour les équipements de protection électrosensibles avec approche parallèle portant sur le passage des mains dans le champ de protection (sécurisation des zones dangereuses) :**

La formule de calcul suivante doit être utilisée pour les applications de dispositifs de protection optoélectroniques en direction d'une partie du corps parallèlement ou avec un angle de 30° maximum par rapport à la surface du champ de protection :

$$S = (1600 \times T) + C \text{ avec}$$

$$C = (1200 - 0,4 \times H)$$

**C** distance supplémentaire pour les membres inférieurs. C toujours supérieure à 850 mm (longueur du bras)

**H** hauteur du champ de protection au-dessus du plan de référence (sol).

Hauteurs de montage autorisées H d'un dispositif de protection avec résolution d :

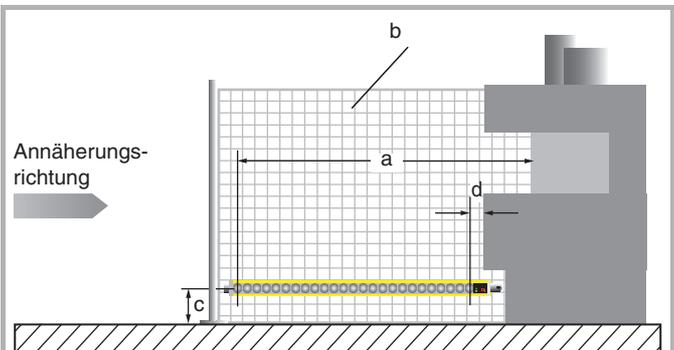
$$15 \times (d - 50) \leq H \leq 1000 \text{ mm}$$

Résolution d nécessaire d'un dispositif de protection avec hauteur de montage H :

$$d [\text{mm}] \leq H / 15 + 50 \text{ mm}$$

**Attention :**

Si H est supérieure à 300 mm, il existe un risque de mise à l'abri. Il faut tenir compte de ce point au moment de l'évaluation des risques.



- a = distance de sécurité **S** ou **D<sub>S</sub>**
- b = mesures contre l'accès latéral
- c = hauteur H au-dessus du sol
- d = 50 mm – distance maximale pour éviter la pénétration des pieds.

Si cette valeur ne peut être obtenue en raison de la distance de sécurité, d'autres mesures (par exemple des barrières mécaniques) devront garantir la distance nécessaire de 50 mm max. À partir d'une hauteur de 375 mm au-dessus du sol, une distance de 75 mm est autorisée.

Fig. 4.2.1-7 : Approche de la partie du corps parallèlement jusqu'à un angle de 30° max. par rapport à la surface du champ de protection.

# SÉCURITÉ DES MACHINES

## 4. Dispositifs de protection

### Directives américaines relatives au calcul de la distance de sécurité



Le U.S. Code of Federal Regulations, Volume 29, Part 1910, Subpart O définit le calcul de la distance de sécurité minimale d'un dispositif de protection. L'OSHA 1910.217 exige que **lors du montage d'une barrière**

**immatérielle de sécurité, une distance minimale correspondant à la distance prescrite d'un protecteur (voir OSHA 1910.217, Table 0-10) soit toujours maintenue. Si une valeur plus importante résulte du calcul de la distance de sécurité, celle-ci doit être utilisée.**

### ANSI B11.19-2003 Formule de calcul de la distance minimale de sécurité pour l'équipement de protection électro-sensible avec approche à angle droit (sécurisation de postes dangereux) :

La formule de calcul suivante doit être utilisée pour les applications de dispositifs de protection optoélectroniques avec une direction d'approche d'une partie du corps à un angle de 30° à 90° par rapport à la surface du champ de protection (voir page 38, fig. 4.2.1-4) :

$$D_s = H_s \times (T_s + T_c + T_r + T_{bm}) + D_{pf}$$

$D_s$  distance minimale de sécurité en pouces ou en millimètres entre la zone dangereuse la plus proche et le poste de détection (champ de protection)

$H_s$  vitesse de la main (vitesse d'approche des parties du corps ou du corps) en pouces/s ou en millimètres/s. ANSI B11.19-2003 indique des vitesses de la main de 63 - 100 pouces/s. La vitesse habituelle est de 63 pouces/s, ce qui correspond à 1600 mm/s.

### Éléments du temps d'arrêt total de la machine :

$T_s$  temps d'arrêt de la machine, mesuré à partir du dernier élément de commande en s

$T_c$  temps de réponse de la commande machine en s (remarque :  $T_s + T_c$  sont généralement mesurés au moyen d'un instrument de mesure du temps d'arrêt)

$T_r$  temps de réponse du dispositif de protection (élément d'interface incl.) en s

$T_{bm}$  temps de réponse supplémentaire pour l'usure des freins qui n'est pas couvert par le contrôle de la course des freins. Si la machine ne dispose d'aucun système de contrôle des freins, il faut ajouter, en tant que valeur indicative pour l'usure des freins, un supplément de 20% environ par rapport au temps d'arrêt mesuré ( $T_s + T_c$ ) ou un facteur selon les données du fabricant de la machine.

$D_{pf}$  facteur de pénétration en pouces ou en millimètres. Cette distance supplémentaire se base sur le fait qu'une partie du corps peut, en fonction de la résolution du dispositif de protection, s'approcher d'un tronçon déterminé en direction du poste dangereux avant d'être détectée par le dispositif de protection.

$$D_{pf} \text{ (pouces)} = 3.4 \times (\text{résolution} - 0.276), \text{ résultat} > 0$$

Résolution	$D_{pf}$ (mm)	$D_{pf}$ (pouces)
14 mm	24	0.9
20 mm	44	1.7
30 mm	78	3.1

### Formule de calcul de la distance de sécurité minimale pour les équipements de protection électro-sensibles avec approche parallèle (sécurisation des zones dangereuses) :

La formule de calcul suivante doit être utilisée pour les applications de dispositifs de protection optoélectroniques avec une direction d'approche d'une partie du corps parallèle ou à un angle de 30° maximum par rapport à la surface du champ de protection. La formule provient de la formule ANSI et est basée sur la norme EN 999. Pour les dispositifs de protection agencés de cette manière, la distance de sécurité est mesurée à partir de la limite du champ de protection la plus éloignée du poste dangereux, car c'est à cet endroit que commence la détection de la partie du corps (voir page 41, fig. 4.2.1-5).

$$D_s = H_s \times (T_s + T_c + T_r + T_{bm}) + D_H$$

$$D_H = 1200 \text{ mm} - (0,4 \times H)$$

$D_H$  distance supplémentaire pour les membres inférieurs.

$D_H$  toujours  $\geq 850$  mm au moins (longueur du bras)

$H$  hauteur du champ de protection au-dessus du plan de référence (sol).

Hauteurs de montage autorisées  $H$  d'un dispositif de protection avec résolution  $d$  [mm] :

$$15 \times (d - 50) \leq H \leq 1000 \text{ mm}$$

Résolution  $d$  nécessaire d'un dispositif de protection avec hauteur de montage  $H$  :

$$d \text{ [mm]} \leq H / 15 + 50 \text{ mm}$$

### Attention :

Si  $H$  est supérieure à 300 mm (12 pouces), il existe un risque de mise à l'abri. Il faut tenir compte de ce point au moment de l'évaluation des risques.

# 1. INTRODUCTION

## 4. Dispositifs de protection

### Formule de calcul de la distance de sécurité minimale des barrages immatériels multifaisceaux de sécurité à des fins de sécurisation d'accès :

S'il ressort de l'évaluation des risques qu'une détection de la pénétration de tout le corps est suffisante, la formule de calcul suivante doit être utilisée (voir fig. 4.2.1-6, page 41). Le supplément à ajouter de 850 mm correspond à la longueur du bras :

$$D_s = H_s \times (T_s + T_c + T_r + T_{bm}) + D_H$$

$$D_H = 850 \text{ mm}$$

#### Attention :

Ce type d'agencement du dispositif de protection permet à un opérateur de se tenir entre le capteur et le poste dangereux sans être détecté après avoir franchi le dispositif de protection. Dans chaque cas, une fonction de blocage démarrage/redémarrage doit être prévue pour empêcher le démarrage de la machine. Le dispositif de commande (touche de réinitialisation) doit être positionné de manière à ce que l'ensemble de la zone dangereuse puisse être visualisé et qu'il soit impossible d'y accéder depuis la zone dangereuse.

Il faut tenir compte, lors de l'évaluation des risques et du choix d'un dispositif de protection adapté, d'un contournement éventuel tel que le passage sous le faisceau le plus bas, le passage au-dessus du faisceau le plus haut, le passage entre deux faisceaux.

Nombre de faisceaux du dispositif de protection	Hauteur des faisceaux au-dessus du plan de référence
4	300, 600, 900, 1200 mm
3	300, 700, 1100 mm
2	400, 900 mm

#### Remarque

Il est possible de traverser les faisceaux se trouvant à une hauteur inférieure à 300 mm et supérieure à 900 mm.

### 4.3 Sécurisation des protecteurs (hauteurs des barrières, instructions de montage, distances de sécurité, etc.)

Les protecteurs empêchent l'accès aux zones dangereuses tout en assurant, selon le modèle, une protection contre les éléments projetés et, toujours selon le modèle, une protection contre les émissions dangereuses de la machine. Les normes EN ISO 12100 et EN 953 « Sécurité des machines – Protecteurs – Prescriptions générales pour la conception et la construction de protecteurs fixes et mobiles » contiennent des exigences normatives liées à leur construction. Les principales exigences sont décrites partiellement dans les articles suivants. La hauteur des barrières de protection, les ouvertures ou les largeurs des mailles des grilles en fils de fer doivent présenter des dimensions telles ou se trouver à une distance telle du poste dangereux que toute atteinte avec des parties du corps est exclue (voir par exemple EN ISO 13857).

#### 4.3.1 Protecteurs fixes

Si l'accès à la zone dangereuse n'est pas nécessaire durant le fonctionnement normal de la machine, des protecteurs fixes (barrières de protection, barrières, occultations fixes) peuvent être utilisés. Les protecteurs fixes sont par ailleurs souvent utilisés avec des dispositifs de protection optoélectroniques en guise de dispositifs de protection complémentaires.

La norme EN ISO 12100 exige que les protecteurs fixes soient maintenus à leur place par le biais de mesures constructives :

- soit de manière permanente (soudage par exemple),
- soit au moyen de matériel de fixation qui nécessite l'utilisation d'un outil. Il doit être impossible, dans la mesure du possible, de les maintenir en position de protection une fois le matériel de fixation desserré.
- soit par un contrôle de position à l'aide d'interrupteurs de sécurité liés à la commande de manière à ce que tout mouvement dangereux soit bloqué en cas de retrait du dispositif de protection (voir EN 1088).

Services liés à la sécurité des machines

Logiciels de technique de sécurité

Scanners laser de sécurité

Barrières immatérielles de sécurité

Barrages immatériels multifaisceaux de sécurité

Lots de barrages immatériels de sécurité

Barrages immatériels monofaisceau de sécurité

AS-Interface Safety at Work

Détecteurs de proximité de sécurité

# SÉCURITÉ DES MACHINES

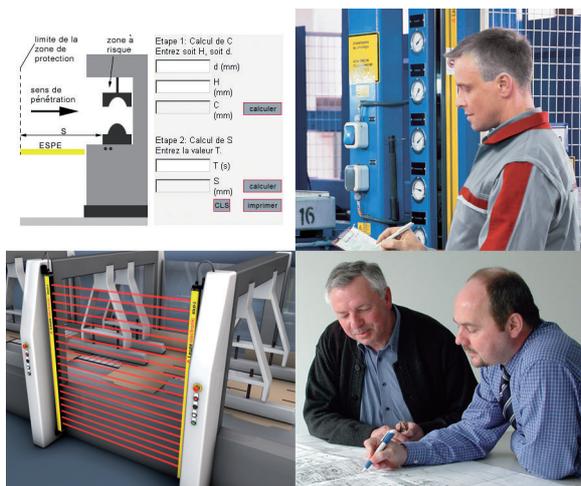
## 4. Dispositifs de protection

### Hauteurs et distances de sécurité des protecteurs fixes

La norme EN ISO 13857 « Sécurité des machines, appareils et installations, distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des postes dangereux » contient deux tableaux qui permettent de déterminer la hauteur et la distance de sécurité nécessaire des protecteurs fixes en fonction de la hauteur du poste dangereux. Le tableau 1 indique les dimensions recommandées pour les dangers à risque peu élevé et le tableau 2, les dimensions recommandées pour les applications à risque élevé.

**i Remarque**

Le conseiller en ligne « Safety-Know-How » de Leuze electronic disponible sur le site [www.leuze.com/fr/secureite-au-travail](http://www.leuze.com/fr/secureite-au-travail) propose, dans le chapitre Consignes d'application, un assistant de calcul interactif qui permet de déterminer les dimensions des protecteurs fixes selon la norme EN ISO 13857.



### 4.3.2 Protecteurs mobiles

Lorsque l'accès à la zone dangereuse est nécessaire durant le fonctionnement normal ou l'entretien de la machine, des équipements de protection électro-sensibles tels que des barrières immatérielles de sécurité par exemple, ou des protecteurs mobiles tels que des portes de protection ou des clapets par exemple, doivent être utilisés. De tels protecteurs mobiles doivent être reliés électriquement à la commande via des interrupteurs ou des interverrouillages de sécurité et leur position contrôlée (pour d'autres exigences, voir EN ISO 12100).

La norme EN 1088 distingue en principe deux types d'interrupteurs de sécurité (appelés « dispositifs de verrouillage » dans la norme). Les « dispositifs de verrouillage sans interverrouillage » et les « dispositifs de verrouillage avec interverrouillage ». Ces interrupteurs de sécurité doivent être montés de manière à ne pas pouvoir être manipulés avec des moyens simples.



### Protecteurs mobiles avec interrupteurs de sécurité (sans interverrouillage)

Les interrupteurs de sécurité (sans interverrouillage) servent à contrôler la position des portes de protection ou des clapets par exemple. Une ouverture du protecteur est possible à tout moment. Dès que le protecteur n'est plus fermé, une commande d'arrêt est générée. Pour que le mouvement dangereux s'immobilise à temps, avant que le poste dangereux ne puisse être atteint, une distance de sécurité appropriée doit être maintenue entre le dispositif de protection et le poste dangereux.

S'il n'existe aucune norme C ou autre prescription spécifique à la machine, la distance de sécurité S nécessaire peut être déterminée sur la base, par exemple, de la formule de calcul de la norme EN ISO 13855 :

$$S = (K * T) + C$$

- S** distance minimale en millimètres mesurée entre la zone dangereuse et l'interrupteur de sécurité
- K** 1600 mm/ms vitesse d'approche du corps ou de parties du corps en millimètres / secondes
- T** temps d'arrêt de l'ensemble du système en secondes
- C** distance supplémentaire (prélevée dans le tableau 4 d'ISO 13857 s'il est possible d'introduire les doigts ou la main dans l'ouverture en direction de la zone dangereuse avant qu'un signal d'arrêt ne soit généré.)

**i Remarque**

Interrupteurs de sécurité (sans interverrouillage) de Leuze electronic voir pages 338 à 376.

# 1. INTRODUCTION

## 4. Dispositifs de protection



### Protecteurs mobiles avec interverrouillages de sécurité

Les interverrouillages de sécurité maintiennent le protecteur en position fermée. Ils sont utilisés à chaque fois que la fonction dangereuse de la machine n'est pas terminée après l'ouverture du dispositif de protection, avant qu'une personne puisse atteindre le poste dangereux (en cas de longs temps d'arrêt de la machine, par exemple). Grâce à l'interverrouillage, le dispositif de protection reste fermé jusqu'à ce que l'état soit à nouveau sans danger (voir également EN/CEI 60204-1, point 9.4.1).

Autre domaine d'application : la protection de la machine. Les interverrouillages de sécurité sont également souvent utilisés pour éviter les interruptions non définies du processus de fabrication afin de garantir la sécurité de ce dernier.

La norme EN 1088 distingue deux modèles en ce qui concerne l'aspect technique des dispositifs d'interverrouillage actionnés par énergie :

- les dispositifs actionnés par ressort et déverrouillés par énergie (signal électrique par exemple)
- les dispositifs actionnés par énergie (aimant électrique par exemple) et déverrouillés par ressort

Les interverrouillages de sécurité actionnés par ressort sont verrouillés sur toute la machine même en cas de panne d'énergie et bloquent ainsi une porte de protection même durant la phase d'arrêt de la machine. C'est pour cette raison qu'on les préfère aux interverrouillages de sécurité actionnés par énergie (par aimant) pour les applications liées à la protection de personnes. Les dispositifs d'interverrouillage actionnés par aimant sont souvent utilisés pour la protection des machines.

#### Remarque

Interverrouillages de sécurité de Leuze electronic voir pages 378 à 404.

Services liés à la sécurité des machines

Logiciels de technique de sécurité

Scanners laser de sécurité

Barrières immatérielles de sécurité

Barrages immatériels multifaisceaux de sécurité

Lots de barrages immatériels de sécurité

Barrages immatériels monofaisceau de sécurité

AS-Interface Safety at Work

Détecteurs de proximité de sécurité