
**Sécurité des machines — Notions
fondamentales, principes généraux de
conception —**

**Partie 2 :
Principes et spécifications techniques
(standards.iteh.ai)**

Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design —

Part 2: Technical principles and specifications
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/268e7d69-70a8-472f-8f8a-c34ae5e2c999/iso-tr-12100-2-1992>



Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Exceptionnellement, un comité technique peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour toute autre raison, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique, par exemple).

Les rapports techniques des types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques du type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

© ISO 1992

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Le comité technique ISO/TC 199, *Sécurité des machines*, par sa résolution 6 (novembre 1991) a entériné le contenu de la norme européenne EN 292-2 : 1991, élaborée par le comité technique CEN/TC 114, *Sécurité des machines*. Il a recommandé, par ailleurs, que cette norme européenne soit publiée en tant que rapport technique ISO du type 2 et, comme tel, de l'appliquer en toute priorité au sein de l'ISO/CEI et de le promouvoir aussi largement que possible.

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément à la partie 1 des Directives ISO/CEI) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine de la sécurité des machines en raison de l'urgence d'avoir une indication quant à la manière dont il convient d'utiliser les normes dans ce domaine pour répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en œuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Secrétariat central de l'ISO.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

L'ISO/TR 12100 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Sécurité des machines — Notions fondamentales, principes généraux de conception*:

- *Partie 1: Terminologie de base, méthodologie*
- *Partie 2: Principes et spécifications techniques*

Les annexes A, B, C et D de la présente partie de l'ISO/TR 12100 sont données uniquement à titre d'information.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 12100-2:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c5d88b7-bd87-412f-8f8a-c34ae5e2c999/iso-tr-12100-2-1992>

NORME EUROPEENNE

EN 292-2:1991

EUROPAISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

Septembre 1991

CDU 62-78:614.8:331.454

Descripteurs: Sécurité des machines, conception, prévention des accidents, principe, spécification, ergonomie, sécurité intrinsèque, dispositif de commande, dispositif de protection, information index

Version française

Sécurité des machines - Notions fondamentales,
principes généraux de conception - Partie 2:
Principes techniques et spécifications

Sicherheit von Maschinen -
Grundbegriffe, allgemeine
Gestaltungsleitsätze - Teil 2:
Technische Leitsätze und
Spezifikationen

Safety of machinery - Basic concepts,
general principles for design - Part 2:
Technical principles and specifications

(standards.iteh.ai)

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 1991-09-20
Les membres du CEN sont tenus de se soumettre aux Règlement Intérieur du CEN/CENELEC
qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification
le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces
normes nationales correspondantes peuvent être obtenues auprès du Secrétariat
Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand,
anglais, français). Une version faite par traduction sous la responsabilité
d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Secrétariat
Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays
suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France,
Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal,
Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secretariat Central: rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos	4
0 Introduction	4
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Prévention intrinsèque	7
3.1 Éviter les arêtes vives, les angles vifs, les pièces saillantes, etc	7
3.2 Rendre les machines intrinsèquement sûres grâce à...	8
3.3 Prise en compte des règles de la résistance des matériaux, des données sur les propriétés des matériaux, etc	8
3.4 Utilisation de technologies, de méthodes, de sources d'alimentation en énergie intrinsèquement sûres	9
3.5 Application du principe de l'action mécanique positive d'un organe sur un autre	9
3.6 Respect des principes ergonomiques	9
3.7 Application de principes de sécurité lors de la conception des systèmes de commande	11
3.8 Prévention des risques engendrés par l'équipement pneumatique et hydraulique	15
3.9 Prévention du risque électrique	15
3.10 Limitation de l'exposition aux risques (phénomènes dangereux) grâce à la fiabilité du matériel	16
3.11 Limitation de l'exposition aux risques (phénomènes dangereux) grâce à la mécanisation ou à l'automatisation des opérations de chargement/déchargement	16
3.12 Limitation de l'exposition aux risques (phénomènes dangereux) grâce à une disposition des points de réglage et de maintenance à l'extérieur des zones dangereuses	16
4 Protection	16
4.1 Choix des protecteurs et dispositifs de protection	17
4.2 Exigences pour la conception et la construction de protecteurs et dispositifs de protection	20
5 Informations pour l'utilisation	23
5.1 Exigences générales	23
5.2 Emplacement et nature des informations pour l'utilisation	23
5.3 Signaux et dispositifs d'avertissement	24
5.4 Inscriptions, signes (pictogrammes), avertissements écrits	24
5.5 Documents d'accompagnement	25
6 Dispositions supplémentaires	28
6.1 Dispositions prévues pour les situations d'urgence	28
6.2 Équipements, systèmes et dispositions contribuant à la sécurité	29

Annexe A (informative) Annexe I de la directive "Machines"	32
A.1 Annexe I de la directive du Conseil du 14 juin 1989 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux machines (89/392/CEE) : <i>Exigences essentielles de sécurité et de santé relatives à la conception et à la construction des machines.</i>	32
A.2 Modifications apportées à l'annexe I de la directive 89/392/CEE par la directive 91/368/CEE, publiée le 22 juillet 1991	44
Annexe B (informative) Bibliographie	45
Annexe C (informative) Principales divergences terminologiques entre l'EN 292 et la directive "Machines" n° 89/392/CEE	46
Annexe D (informative) Index alphabétique trilingue	47

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 12100-2:1992](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c5d88b7-bd87-412f-8f8a-c34ae5e2c999/iso-tr-12100-2-1992)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c5d88b7-bd87-412f-8f8a-c34ae5e2c999/iso-tr-12100-2-1992>

Avant-propos

Cette norme a été préparée par le CEN/TC 114/WG 1 "Notions fondamentales".

La partie 1 de cette norme traite de "Terminologie de base et méthodologie" (voir article 0 "Introduction" pour de plus amples explications).

NOTE : A plusieurs endroits , l'EN 292-2 fait référence à des paragraphes bien définis de l'EN 60 204-1:1985 "Équipement électrique des machines industrielles, première partie - Règles générales".

Il importe de noter que cette norme électrotechnique a subi une révision importante et qu'un projet prEN 60 204-1 "Sécurité des machines - Équipement électrique des machines, première partie - Exigences générales" devrait être soumis en 1991 à la procédure d'acceptation unique (UAP). De ce fait, il est probable que, pendant la période de validité de l'EN 292, deviendra disponible une nouvelle version de l'EN 60 204-1, qu'il conviendra d'appliquer.

Afin d'éviter les confusions pendant la période de transition, le tableau ci-dessous indique les paragraphes de l'EN 292-2 qui renvoient à l'EN 60 204-1:1985 (colonne 1), ainsi que les paragraphes correspondants de l'EN 60 204-1:1985 (colonne 2) et du prEN 60 204-1:1991 (colonne 3)

Tableau 1
iTech STANDARD PREVIEW

EN 292-2, § :	EN 60 204-1:1985, § :	prEN 60 204-1:1991, § :
3.4	5.1.2.3	6.4
3.7.11	5.4 à 5.8, 6, 7, 8	7.5 et 8 à 13
3.9	5.1 5.2 5.3	6 7.2 7.3
5.4	3.1	18
5.5.1.c)	3.2	19
6.1.1	5.6.1	9.2.5.4 et 10.7
6.2.2	5.6.2	5.3

0 Introduction

Cette norme a été élaborée pour aider les concepteurs, les constructeurs et toute personne, tout organisme intéressé, à interpréter les exigences essentielles de sécurité afin d'assurer la conformité avec la législation européenne relative à la sécurité des machines.

Elle est la première dans un programme de normes élaborées par le CEN/CENELEC sous mandat de la CEE et de l'AELE. Ce programme a été divisé en plusieurs catégories pour éviter la répétition des tâches et pour appliquer une logique qui devrait permettre l'élaboration rapide des normes et faciliter la référence croisée entre les normes.

La hiérarchie des normes est la suivante :

- a) **Normes de type A** (normes de sécurité fondamentales) précisant des notions fondamentales, des principes de conception et des aspects généraux valables pour tous les types de machines.
- b) **Normes de type B** (normes de sécurité relatives à un groupe) traitant d'un aspect de la sécurité ou d'un type de dispositif conditionnant la sécurité valable pour une large gamme de machines :
 - normes de type B1 traitant d'aspects particuliers de la sécurité (par exemple, distances de sécurité, température de surface, bruit),
 - normes de type B2 traitant de dispositifs conditionnant la sécurité (par exemple, commandes bi-manuelles, dispositifs de verrouillage, dispositifs sensibles à la pression, protecteurs).
- c) **Normes de type C** (normes de sécurité par catégorie de machines) indiquant des prescriptions de sécurité détaillées s'appliquant à une machine particulière ou à un groupe de machines.

Le premier objectif de la norme EN 292 est de fournir aux concepteurs, constructeurs, etc., un canevas et un guide de portée générale leur permettant de produire des machines qui soient sûres dans les conditions normales d'utilisation. Elle est aussi destinée à fournir une stratégie aux rédacteurs de normes de type C, en liaison avec les normes ENV ... "Terminologie" et EN 414 "Règles pour l'élaboration et la présentation de normes de sécurité". De plus, cette stratégie est un guide utile pour les concepteurs et les constructeurs de machines quand il n'existe pas de norme C; elle peut aider également les concepteurs pour l'utilisation optimale de normes de type B et dans la préparation du dossier de construction.

ISO/TR 12100-2:1992

Le programme des normes évolue sans discontinuer et quelques articles de la norme EN 292 sont maintenant le sujet de normes de type A ou B en préparation. Quand une telle norme de type A ou B existe, une référence à cette norme sera ajoutée dans le titre de l'article correspondant de la norme EN 292. Il est entendu que, lorsqu'une autre norme de type A ou une norme de type B couvre un article de la norme EN 292, elle prend le pas sur la norme EN 292.

NOTE : En particulier, toute définition d'un ou plusieurs termes donnée dans les normes de type A ou de type B1 et B2 prend le pas sur la définition correspondante donnée par la norme EN 292.

La norme EN 292 est composée de deux parties :

- **Partie 1 "Sécurité des machines - Notions fondamentales, principes généraux de conception - Terminologie de base, méthodologie"** exprimant la méthodologie générale de base devant être suivie lors de l'élaboration de normes de sécurité pour les machines, ainsi que la terminologie de base relative à la philosophie sous-jacente à ce travail.
- **Partie 2 "Sécurité des machines - Notions fondamentales, principes généraux de conception - Principes et spécifications techniques"** donnant des conseils quant à la façon dont cette philosophie peut être appliquée en utilisant les techniques disponibles.

L'objectif général de la norme EN 292 est de procurer aux concepteurs, constructeurs, etc., une stratégie (ou un canevas) leur permettant de se conformer de la manière la plus pragmatique possible à la législation européenne. Un élément essentiel de ce processus est la bonne compréhension de l'"ossature" juridique sous-jacente, exprimée dans les exigences essentielles de sécurité de la directive "Machines" et dans les textes équivalents de l'AELE. Par conséquent, il a été décidé de reproduire l'annexe I de la directive 89/392/CEE en annexe à la partie 2 de la norme EN 292.

Il est envisagé de réviser la norme EN 292 à brève échéance pour tenir compte des normes et de la législation postérieures.

1 Domaine d'application

Cette norme européenne formule des principes et des spécifications techniques pour aider les concepteurs et les constructeurs à intégrer la sécurité dans la conception des machines (voir 3.1 de l'EN 292-1) à usage professionnel et non professionnel. Elle peut être appliquée aussi à d'autres produits techniques présentant des risques (phénomènes dangereux) similaires.

Il convient que les parties 1 et 2 soient utilisées ensemble pour trouver une solution à un problème spécifique. Elles peuvent être utilisées indépendamment d'autres documents, ou comme documents de base pour la préparation d'autres normes de type A, ou de normes de types B ou C.

Conjointement avec la partie 1, la norme EN 292-2 devrait aussi aider à effectuer une première estimation de la sécurité offerte par des machines lorsqu'on ne dispose pas d'une norme de type C appropriée.

Il est recommandé que cette norme soit introduite dans des cours ou dans des manuels destinés à transmettre aux concepteurs des principes et des spécifications techniques.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

2 Références normatives

Cette norme européenne comporte, par référence datée ou non datée, des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

EN 292-1	Sécurité des machines - Notions fondamentales, principes généraux de conception - Partie 1 : Terminologie de base, méthodologie.
EN 294	Sécurité des machines - Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs.
EN 349	1) Sécurité des machines - Distances minimales pour empêcher l'écrasement de parties du corps humain.
EN 418	2) Sécurité des machines - Equipement d'arrêt d'urgence - Aspects fonctionnels.
EN.. ...	3) Sécurité des machines - Protecteurs (fixes, mobiles).
EN.. ...	4) Sécurité des machines - Dispositif de commande bimanuelle.
EN.. ...	5) Sécurité des machines - Dispositifs de protection sensibles à la pression - Planchers et tapis sensibles.

-
- 1) Projet de norme soumis à l'enquête CEN/CENELEC en 1991.
 - 2) Projet de norme soumis à l'enquête CEN/CENELEC en 1991.
 - 3) Projet de norme à l'étude au CEN/TC 114/WG 11.
 - 4) Projet de norme à l'étude au CEN/TC 114-CLC/TC44X/JWG7.
 - 5) Projet de norme à l'étude au CEN/TC 114/WG 8.

- EN.. ... 6) Sécurité des machines - Dispositifs de verrouillage et d'interverrouillage - Principes généraux et spécifications pour la conception.
- EN.. ... 7) Sécurité des machines - Principes pour la conception de systèmes de commande conditionnant la sécurité.
- EN.. ... 8) Sécurité des machines - Exigences de sécurité pour les systèmes et composants de transmissions hydrauliques et pneumatiques - Hydraulique.
- EN.. ... 9) Sécurité des machines - Exigences de sécurité pour les systèmes et composants de transmissions hydrauliques et pneumatiques - Pneumatique.
- EN.. ... 10) Sécurité des machines - Dispositifs de protection électrosensibles
Partie 1 : Exigences générales
- EN.. ... 11) Sécurité des machines - Principes ergonomiques pour la conception
Partie 1 : Terminologie et principes généraux.
Partie 2 : Interaction entre la conception des machines et les tâches.
- EN.. ... 12) Sécurité des machines - Exigences et données ergonomiques pour la conception des affichages et des organes de service
Partie 1 : Interaction humaine avec les affichages et les organes de service
Partie 2 : Affichages
Partie 3 : Organes de service

EN 50 020:1977/A1:1979/A2:1985 Matériel électrique pour atmosphères explosives : Sécurité intrinsèque "i"

EN 60 204-1:1985¹³⁾ Équipement électrique des machines industrielles - Partie 1 : Exigences générales.

ISO 447:1984 Machines-outils - Sens de manoeuvre des organes de commande

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c5d88b7-bd87-412f-8f8a-c34ae5e2c999/iso-tr-12100-2-1992>

3 Prévention intrinsèque

La prévention intrinsèque consiste en les actions suivantes, mises en oeuvre séparément ou ensemble :

- éviter ou réduire autant de phénomènes dangereux que possible en choisissant convenablement certaines caractéristiques de conception (voir 3.1 à 3.9), et,
- limiter l'exposition des personnes aux phénomènes dangereux en réduisant le besoin, pour l'opérateur, d'intervenir dans des zones dangereuses (voir 3.10 à 3.12).

3.1 Éviter les arêtes vives, les angles vifs, les pièces saillantes, etc.

Pour autant que leur destination le permette, les parties accessibles de la machine ne doivent pas avoir d'arêtes vives, d'angles vifs, de surfaces rugueuses, de pièces saillantes pouvant être cause de blessures, ni d'ouvertures susceptibles de "piéger" certaines parties du corps ou des vêtements. En particulier, les rives des tôles doivent être ébavurées, pourvues d'un rebord ou rabattues, les extrémités ouvertes de tubes qui pourraient constituer un "piège" doivent être obturées, etc.

-
- 6) Projet de norme à l'étude au CEN/TC 114/WG 10.
7) Projet de norme à l'étude au CEN/TC 114-CLC/TC44X/JWG6.
8) Projet de norme à l'étude au CEN/TC 114/WG 12.
9) Projet de norme à l'étude au CEN/TC 114/WG 12.
10) Projet de norme à l'étude au CEN/TC 114/WG 12.
11) Projet de norme à l'étude au CEN/TC 122/WG 2.
12) Projet de norme à l'étude au CEN/TC 122/WG 6.
13) Voir Avant-propos.

3.2 Rendre les machines intrinsèquement sûres grâce à :

- la forme et la position relative de leurs composants mécaniques ; par exemple, les risques d'écrasement et de cisaillement sont évités par une augmentation de l'espace minimal qui sépare les pièces en mouvement relatif - de sorte que la partie du corps considérée puisse prendre place sans risque dans cet espace - ou par réduction de l'espace qui les sépare, de façon qu'aucune partie du corps ne puisse y entrer (voir EN 349 "Distances minimales pour prévenir les risques d'écrasement de parties du corps humain" et EN 294 "Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs"),
- la limitation de l'effort d'entraînement à une valeur suffisamment faible pour que l'élément considéré n'engendre aucun risque mécanique¹⁴⁾,
- la limitation de la masse et/ou de la vitesse des éléments mobiles, donc de leur énergie cinétique¹⁵⁾,
- la limitation du bruit et des vibrations "par la conception",
- etc.

3.3 Prise en compte des règles de la résistance des matériaux, des données sur les propriétés des matériaux et, d'une manière plus générale, de toutes les règles professionnelles relatives à la conception et à la construction des machines (par exemple règles de calcul, etc.)

a) Contraintes mécaniques :

Par exemple : [ISO/TR 12100-2:1992](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c5d88b7-bd87-412f-8f8a-c34ae5e2c999/iso-tr-12100-2-1992)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c5d88b7-bd87-412f-8f8a-c34ae5e2c999/iso-tr-12100-2-1992>

- limitation des contraintes par un calcul convenable des pièces, par des méthodes de construction et de fixation adéquates, en ce qui concerne, par exemple, l'assemblage par boulonnage, l'assemblage par soudage, etc.,
- limitation des contraintes par prévention des surcharges ("fusibles" mécaniques, limiteurs de pression, zones de rupture prédéterminées, limiteurs de couple, etc.),
- prévention de la fatigue dans les éléments soumis à contraintes variables (notamment alternées),
- équilibrage statique et dynamique des éléments tournants.

b) Matériaux :

Par exemple, prise en considération :

- des propriétés des matériaux,
- de la corrosion, du vieillissement, de l'abrasion, de l'usure,
- de l'hétérogénéité des matériaux,
- de la toxicité des matériaux.

14) Lorsqu'une telle limitation n'entrave pas la fonction requise.

15) Lorsqu'une telle limitation n'entrave pas la fonction requise.

3.4 Utilisation de technologies, de méthodes, de sources d'alimentation en énergie intrinsèquement sûres

Par exemple :

- sur les machines destinées à être utilisées en atmosphère explosible :
 - . système de commande et actionneurs entièrement pneumatiques ou hydrauliques, ou
 - . équipement électrique "à sécurité intrinsèque" (voir EN 50 020),
- alimentation électrique sous "très basse tension fonctionnelle" (voir 5.1.2.3 de l'EN 60 204-1¹⁶⁾),
- utilisation de fluides ininflammables et non toxiques dans l'équipement hydraulique des machines.

3.5 Application du principe de l'action mécanique positive d'un organe sur un autre

Si un organe mécanique en mouvement entraîne inévitablement un autre organe, par contact direct ou par l'intermédiaire d'éléments rigides, on dit que ces organes sont liés suivant le **mode positif** (ou **positivement**). Il en est de même lorsqu'un organe s'oppose uniquement par sa présence à tout mouvement d'un autre organe.

Dans le cas contraire, lorsqu'un organe mécanique, en se déplaçant, en laisse un autre libre de se déplacer (par gravité, sous l'effet d'un ressort, etc.) il n'y a pas d'action mécanique positive du premier sur le second.

(standards.iteh.ai)

3.6 Respect des principes ergonomiques (voir également les projets de normes préparés par le CEN/TC 122 "Ergonomie" et, entre autres, EN 92 ... "Principes ergonomiques pour la conception" et EN .. "Exigences et données ergonomiques pour la conception des affichages et des organes de service")

L'application des principes ergonomiques lors de la conception des machines contribue à augmenter la **sécurité** en réduisant la tension nerveuse et les efforts physiques de l'opérateur, améliorant ainsi les performances et la **fiabilité** des opérations et diminuant de ce fait la probabilité d'erreurs humaines à tous les stades de l'utilisation de la machine.

Ces principes doivent être pris en compte dès le début de la conception, lorsqu'on attribue des fonctions à la machine et à l'opérateur (degré d'automatisation).

Les dimensions corporelles susceptibles d'être rencontrées dans les pays européens, les efforts et postures, l'amplitude des mouvements, la fréquence des actions cycliques doivent être pris en compte de façon à éviter gêne, contraintes, dommages physiques ou psychiques.

Tous les éléments de l'interface "opérateur-machine" tels que les organes de service, les moyens d'avertissement ou d'affichage de données, doivent être conçus de manière à permettre une **interaction claire et sans équivoque** entre l'opérateur et la machine.

Les concepteurs doivent accorder une attention particulière aux aspects ergonomiques suivants de la conception des machines :

3.6.1 Éviter les postures et les mouvements contraignants lors de l'utilisation de la machine, de sa maintenance, etc. (par exemple en équipant la machine de moyens de réglage permettant de l'adapter à des opérateurs variés).

3.6.2 Adapter les machines, et particulièrement les machines portatives, aux possibilités humaines en matière d'effort et de mouvements, ainsi qu'à l'anatomie de la main, du bras, des jambes, etc.

16) Voir Avant-propos.

3.6.3 Éviter autant que possible le bruit, les vibrations, les effets thermiques (températures extrêmes), etc.

3.6.4 Éviter que le rythme de travail d'un opérateur soit lié à une succession automatique de cycles.

3.6.5 Lorsque les caractéristiques de la machine et/ou de ses protecteurs rendent insuffisant l'éclairage ambiant d'intensité normale, équiper la machine de moyens d'éclairage local des zones de travail, de mise au point, de réglage et de maintenance. S'ils peuvent constituer des phénomènes dangereux, le papillotement, les causes d'éblouissement, les ombres et les effets stroboscopiques doivent être évités. Si la position de la source lumineuse nécessite des réglages, cette source doit être placée de sorte que la personne qui effectue ces réglages ne soit pas exposée à un risque.

3.6.6 Concevoir, disposer et identifier les organes de service de sorte :

- qu'ils soient clairement visibles et identifiables et, si nécessaire, marqués de manière appropriée (voir 5.4),
- qu'ils soient manoeuvrables sans risque, sans hésitation ni perte de temps et sans équivoque (ainsi, une disposition normalisée des organes de service réduit la possibilité qu'une erreur soit commise par un opérateur passant d'une machine à une autre de type similaire exécutant les mêmes séquences de fonctionnement),
- que leur disposition (pour les boutons-poussoirs) et leur mouvement (pour les leviers et volants) soient cohérents avec leur effet (voir l'ISO 447),
- que leur manoeuvre ne puisse engendrer de risques supplémentaires.

Lorsqu'un organe de service est conçu et construit pour exercer plusieurs actions différentes, c'est-à-dire lorsque sa fonction n'est pas univoque (par exemple : claviers, etc.), l'action commandée doit être affichée en clair et, si nécessaire, dépendre d'une confirmation.

Les organes de service doivent être conçus et réalisés de sorte que leur disposition, leur course et l'effort nécessaire pour les actionner soient compatibles avec l'action commandée, compte tenu des principes de l'ergonomie. Les contraintes dues à l'utilisation, nécessaire ou prévisible, d'équipements de protection individuelle (par exemple des chaussures, des gants, etc.) doivent être prises en considération.

3.6.7 Concevoir et placer les indicateurs, les cadrans et les affichages de sorte que :

- ils soient adaptés aux paramètres et caractéristiques de la perception humaine,
- les informations affichées puissent être détectées, identifiées et interprétées facilement ce qui implique un affichage de longue durée, clair, sans ambiguïté et facile à comprendre compte tenu des exigences des opérateurs et de l'usage prévisible,
- l'opérateur puisse percevoir leurs indications depuis le poste de commande,
- l'opérateur puisse, depuis le poste de commande principal, s'assurer de l'absence de personnes exposées dans les zones dangereuses ; si cela est impossible, le système de commande doit être conçu et construit de manière que toute mise en marche soit précédée d'un signal d'avertissement sonore et/ou visuel et que la personne exposée ait le temps et les moyens de s'opposer au démarrage de la machine.

3.7 Application de principes de sécurité lors de la conception des systèmes de commande (voir aussi EN ... "Principes pour la conception de systèmes de commande sûrs").

Une attention insuffisante prêtée à la conception du système de commande d'une machine peut avoir pour effet un comportement imprévu et potentiellement dangereux de la machine.

Causes typiques de comportement dangereux d'une machine :

- mauvaise conception ou altération (accidentelle ou intentionnelle) de la logique du système de commande,
- défaut temporaire ou permanent ou défaillance affectant un ou plusieurs composants du système de commande,
- variation ou défaillance affectant l'alimentation en énergie du système de commande,
- conception ou disposition défectueuse des organes de service.

Exemples typiques de comportement dangereux d'une machine :

- mise en marche intempestive/inattendue,
- variation incontrôlée de la vitesse,
- impossibilité d'obtenir l'arrêt des éléments mobiles,
- chute ou éjection d'un élément mobile de la machine ou d'une pièce bridée par la machine,
- inhibition de dispositifs de protection.

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Les systèmes de commande doivent être pourvus de moyens permettant à l'opérateur d'intervenir facilement et dans les meilleures conditions de sécurité ; ceci exige :

- une analyse systématique des conditions de mise en marche et d'arrêt,
- que soient prévus des modes opératoires particuliers ; par exemple : mise en marche après un arrêt normal, remise en marche après une interruption du cycle ou après un arrêt d'urgence, retrait des pièces contenues dans la machine, fonctionnement d'une partie de la machine en cas de défaillance d'un de ses éléments, etc.,
- l'affichage en clair des défauts lorsqu'on met en oeuvre un système de commande électronique et une unité d'affichage,
- que l'on tienne compte des exigences particulières des machines ou installations complexes.

Afin de prévenir tout comportement dangereux des machines et pour réaliser des fonctions de sécurité, on doit, lors de la conception des systèmes de commande, se conformer aux principes et/ou aux méthodes suivants, employés séparément ou conjointement, suivant les circonstances.

3.7.1 Il convient que l'action primaire à l'origine de la mise en marche ou de l'accélération du mouvement d'un mécanisme s'accomplisse par établissement ou élévation d'une tension électrique ou d'une pression de fluide ou, si l'on considère des opérateurs logiques binaires, par passage de l'état 0 à l'état 1 (si l'état 1 représente l'état énergétique le plus élevé).

Au contraire, l'action primaire à l'origine d'un arrêt ou d'un ralentissement doit s'effectuer par annulation ou réduction d'une tension électrique ou d'une pression de fluide ou, si l'on considère des opérateurs logiques binaires, par passage de l'état 1 à l'état 0 (si l'état 1 représente l'état énergétique le plus élevé).