
**Sécurité des machines — Machines à
laser — Prescriptions de sécurité**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Safety of machinery — Laser processing machines — Safety
requirements*
(standards.iteh.ai)

ISO 11553:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/43cfd494-c1a0-4532-8356-60bb7433cd19/iso-11553-1996>



Sommaire

	Page
1	1
2	1
3	1
4	2
4.1	2
4.2	3
4.3	3
5	3
5.1	3
5.2	3
5.3	4
6	6
7	7
8	7

Annexes

A	9
B	10
C	12
D	13

© ISO 1996

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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

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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 11553 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*, en collaboration avec le CEN/TC 123, *Lasers et équipements associés aux lasers*, et en corrélation avec la CEI/TC 76.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale. Les annexes B, C et D sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

La directive du Conseil de la CEE relative aux machines définit les exigences essentielles constituant un impératif pour assurer la sécurité des machines. Pour permettre le respect de ces exigences essentielles, le CEN/CENELEC a initié un programme de normalisation comprenant des normes de sécurité relatives aux machines et à leurs applications. La présente Norme internationale fait partie de ce programme.

Elle a été préparée en vue d'être une norme harmonisée pour fournir des moyens de se conformer aux exigences essentielles de la directive Machines et aux réglementations de l'AELE qui y sont associées.

L'étendue des phénomènes dangereux couverts est indiquée dans le domaine d'application. De plus, il convient que les machines prennent en compte de façon adéquate l'ISO/TR 12100 pour les phénomènes dangereux non couverts par cette Norme internationale.

La présente Norme internationale s'applique aux machines utilisant le rayonnement laser pour le travail des matériaux. Le but de cette Norme internationale est d'empêcher les blessures sur les personnes.

- en faisant une liste des risques potentiels engendrés par les machines incorporant des lasers;
- en spécifiant les mesures de sécurité et les vérifications nécessaires pour réduire le risque causé par des conditions dangereuses spécifiques;
- en fournissant des références aux normes appropriées;
- en spécifiant les renseignements à fournir aux utilisateurs pour qu'ils puissent établir des procédures adéquates et prendre les précautions nécessaires.

Sécurité des machines — Machines à laser — Prescriptions de sécurité

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit les phénomènes dangereux engendrés par les machines à laser, définies en 3.2, et spécifie les prescriptions de sécurité concernant les risques de rayonnement et les risques engendrés par les matériaux et les substances. Elle indique également les renseignements que doivent fournir les fabricants de ces matériels.

La présente Norme internationale ne s'applique pas aux appareils à laser ni aux équipements contenant ces appareils, fabriqués exclusivement et expressément pour les applications suivantes:

- photolithographie;
- stéréolithographie;
- holographie;
- applications médicales (selon la CEI 601-2-22);
- mise en mémoire de données.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 3864:1984, *Couleurs et signaux de sécurité*.

ISO 11252:1993, *Lasers et équipements associés aux lasers — Source laser — Exigences minimales pour la documentation*.

ISO/TR 12100-1:1992, *Sécurité des machines — Notions fondamentales, principes généraux de conception — Partie 1: Terminologie de base, méthodologie*.

ISO/TR 12100-2:1992, *Sécurité des machines — Notions fondamentales, principes généraux de conception — Partie 2: Principes et spécifications techniques*.

CEI 204-1:1992, *Équipement électrique des machines industrielles — Partie 1: Règles générales*.

CEI 825-1:1993, *Sécurité des appareils à laser — Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO/TR 12100-1 et la CEI 825-1, ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 machine: Ensemble de pièces ou d'organes liés entre eux, dont au moins un est mobile et, le cas échéant, d'actionneurs, de circuits de commande et de puissance, etc., réunis de façon solidaire en vue d'une application définie, notamment pour la transformation, le traitement, le déplacement et le conditionnement d'un matériau. [ISO/TR 12100]

3.2 machine à laser: Machine dans laquelle un ou plusieurs lasers incorporés fournissent l'énergie/la

puissance nécessaire pour faire fondre, évaporer ou provoquer une transition de phase dans au moins une partie de la pièce, et qui est prête à l'emploi dans des conditions de sécurité.

3.3 maintenance préventive: Exécution des réglages ou procédures spécifiés dans les instructions d'emploi, prévus pour être réalisés par l'utilisateur afin que l'appareil puisse remplir la fonction requise.

NOTE 1 Des exemples incluent l'échange d'éléments consommables et le nettoyage.

3.4 fabricant: Personne ou organisme qui assemble la machine à laser. Si la machine à laser est importée, c'est l'importateur qui assure les devoirs du fabricant. Une personne ou un organisme responsable de la modification d'une machine est considéré comme un fabricant.

3.5 modification: Changement apporté à la machine qui la rend apte à traiter les matériaux d'une façon différente de ce qui était la conception d'origine, ou qui la rend apte à traiter des matériaux différents des matériaux pour lesquels elle était conçue à l'origine, ou qui affecte les caractéristiques de sécurité de la machine.

3.6 zone du processus: Zone où le faisceau laser entre en interaction avec la matière de la pièce.

3.7 production: Phase d'utilisation normale de la machine comprenant les opérations suivantes:

- chargement et déchargement des pièces et/ou matériaux à travailler, ce chargement ou déchargement peut être totalement ou partiellement automatique, ou manuel;
- processus pendant lequel le faisceau laser agit seul ou avec d'autres outils.

3.8 maintenance corrective: Exécution des procédures ou réglages décrits dans les instructions de maintenance du fabricant, pouvant affecter un aspect quelconque de la performance de l'appareil.

NOTE 2 Des exemples incluent la recherche de panne, le démontage du matériel et la réparation.

3.9 sous-ensemble: Partie constituante nécessaire pour que la machine à laser fonctionne correctement. Un sous-ensemble à laser peut relever de l'une ou de l'autre des classes laser selon la CEI 825-1.

3.10 pièce: Matériau à travailler; cible du faisceau laser.

4 Liste des phénomènes dangereux

Les paragraphes suivants soulignent les éléments à prendre en compte pour le travail des matériaux par laser.

4.1 Phénomènes dangereux inhérents

Les phénomènes dangereux suivants (voir l'ISO/TR 12100) peuvent être engendrés par une machine à laser:

- risques mécaniques;
- risques électriques;
- risques engendrés par le bruit;
- risques thermiques;
- risques engendrés par les vibrations;
- risques engendrés par les rayonnements, par exemple:

risques engendrés par le faisceau laser direct ou réfléchi,

risques engendrés par les rayonnements ionisants,

risques engendrés par les rayonnements non ionisants (UV, micro-ondes, etc.) produits par exemple par l'utilisation de lampes à éclair, de tubes à décharge ou de sources de radiofréquences,

risques engendrés par le rayonnement secondaire réémis par les cibles sous l'effet du faisceau (la longueur d'onde du rayonnement réémis peut être différente de celle du faisceau);

- risques engendrés par les matériaux et les substances, par exemple:

risques dus aux produits utilisés dans la machine (par exemple gaz laser, colorants laser, gaz lasant, solvants),

risques provenant de l'interaction entre le faisceau et le matériau (par exemple fumées, particules, vapeurs, débris),

incendie ou explosion,

risques provenant de gaz associés (voir par exemple 5.3.3) utilisés pour faciliter l'interac-

tion cible/laser et risques provenant de toutes fumées produites; ces risques incluent l'explosion, l'incendie, les effets toxiques et la raréfaction d'oxygène;

- risques engendrés par le non-respect des principes ergonomiques lors de la conception des machines.

4.2 Phénomènes dangereux créés par des effets externes (perturbations)

Les conditions d'alimentation et d'environnement de la machine peuvent être à l'origine de dysfonctionnement pouvant conduire à des situations dangereuses et/ou amener les opérateurs à intervenir dans les zones dangereuses.

Les perturbations supplémentaires de l'environnement incluent:

- température;
- humidité;
- chocs et vibrations externes;
- vapeurs, poussières et gaz de l'environnement;
- perturbations électromagnétiques ou radioélectriques;
- interruption ou variation de l'alimentation en énergie;
- compatibilité et intégrité insuffisantes du matériel ou du logiciel.

4.3 Phénomènes dangereux traités dans la présente Norme internationale

Seuls sont traités dans la présente Norme internationale les risques de rayonnement et les risques engendrés par l'interaction du laser avec les matériaux et les substances.

Les renseignements concernant les autres phénomènes dangereux se trouvent en annexe B.

5 Prescriptions et mesures de sécurité

5.1 Prescriptions générales

Les fabricants doivent assurer la sécurité des machines à laser par:

- l'identification et l'analyse des phénomènes dangereux;
- la mise en œuvre des mesures de sécurité;
- la certification et la vérification des mesures de sécurité;
- l'indication à l'utilisateur des renseignements appropriés.

En fonction de l'identification des phénomènes dangereux (voir 5.2), des mesures de sécurité appropriées doivent être intégrées à la machine, par conception et fabrication.

Les exigences suivantes doivent être satisfaites:

- a) chaque fabricant doit se conformer aux prescriptions et mesures de sécurité stipulées dans le présent article;
- b) le fabricant d'une machine installée doit être responsable de la conformité de la machine complète, incluant les sous-ensembles.

NOTE 3 Ces exigences s'appliquent même si le fabricant et le client/utilisateur constituent la même entité juridique.

Ces mesures doivent tenir compte de tous les phénomènes dangereux identifiés à l'article 4, des résultats de l'analyse des risques et des renseignements des annexes B, C et D.

5.2 Analyse des risques

Une analyse des risques doit être faite:

- a) pour toutes les phases de la vie de la machine (le cas échéant); pour des exemples, se référer à l'ISO/TR 12100-1;
- b) après chaque modification de la machine par la personne ou l'organisme responsable de la modification.

L'analyse des risques inclut entre autres:

- a) les phénomènes dangereux indiqués en 4.1 et 4.2;
- b) les zones dangereuses, en particulier celles associées:

à la source laser,

au chemin optique ou au système de transmission du faisceau,

à la zone de processus;

- c) les perturbations indiquées en 4.2.

Les résultats de l'analyse des risques doivent être dûment consignés.

5.3 Mise en œuvre des mesures correctives

Les machines doivent être conçues et fabriquées en intégrant les mesures de sécurité prescrites de 5.3.1 à 5.3.3.

5.3.1 Protection contre les risques de rayonnement laser

5.3.1.1 Généralités

En phase de production (normale ou autre), la possibilité d'exposition de personnes à des niveaux de rayonnement laser dépassant les limites d'émissions accessibles (LEA) de la classe 1 doit être empêchée. L'accès à des rayonnements dépassant les LEA de la classe 3A doit être empêché pour la phase de maintenance préventive. Pour satisfaire à cette exigence, les conditions suivantes doivent être remplies.

- a) L'accès non autorisé à une zone dangereuse doit être empêché par des mesures techniques comme stipulé dans l'ISO/TR 12100.
- b) Si la présence humaine dans une zone dangereuse est inévitable alors que la machine fonctionne (par exemple pour maintenance corrective), la machine doit être équipée de moyens spécifiques pour commander les mouvements de la machine, la direction du faisceau et l'arrêt du faisceau (voir 5.3.2.5).
- c) La conception des dispositifs de protection, tels qu'obturateurs, protecteurs, systèmes de dissipation de faisceau, dispositifs de déclenchement et dispositifs de dissuasion ou de prévention, doit satisfaire aux prescriptions indiquées dans la CEI 825-1 et l'ISO/TR 12100. En cas d'ambiguïté ou de différence d'interprétation entre l'ISO/TR 12100 et la CEI 825-1, les deux premières phrases du paragraphe 5.3.1.1 doivent être respectées.
- d) Un même système de protection peut être utilisé pour fournir une protection simultanée contre plusieurs risques.

En plus des prescriptions du point c), les protecteurs doivent satisfaire aux prescriptions spécifiées dans l'annexe A¹⁾.

5.3.1.2 Protection durant la production

La zone principale de danger est habituellement la zone de processus.

Dans la zone de processus, un ou plusieurs protecteurs doivent empêcher l'accès en phase de production normale à des niveaux de rayonnement laser dépassant les LEA de classe 1.

L'analyse des risques doit indiquer quel type de protection (locale ou périphérique) doit être utilisé.

La protection locale est une méthode de protection qui réduit le rayonnement laser et le rayonnement optique associé à un niveau sûr — par exemple, au moyen d'une buse ou d'un petit protecteur fixé près du point de focalisation du faisceau sur la pièce — sans recouvrir totalement la pièce, le support de la pièce et/ou le système de mouvement de la machine.

La protection périphérique est une méthode de protection qui réduit le rayonnement laser et le rayonnement optique associé à un niveau sûr, par l'implantation à une certaine distance d'un ou de plusieurs protecteurs (par exemple, capot de protection) recouvrant la pièce, le support de la pièce et habituellement la plus grande partie du système de mouvement de la machine. Le choix du type de protection dépend de différents facteurs, par exemple:

- la direction (fixe ou variable) de la propagation du faisceau par rapport à la pièce;
- le type d'opération d'usinage à réaliser (coupe, soudage, etc.);
- le matériau et la forme de la pièce à traiter;
- le support de la pièce;
- la visibilité de la zone de processus.

5.3.1.3 Protection pendant la maintenance corrective

Pendant les procédures de maintenance corrective, l'accès au rayonnement laser dépassant les LEA de classe 1 est quelquefois inévitable. Les machines doivent donc être conçues en fonction des quatre situations suivantes (indiquées par ordre de préférence)

1) Cette annexe est valable jusqu'à la publication d'une norme sur les protecteurs préparée par le comité technique CEI/TC 76.

et des mesures de sécurité adéquates doivent être prises:

- a) la maintenance corrective se fait hors des zones dangereuses;
- b) la maintenance corrective a lieu dans des zones dangereuses auxquelles l'accès est contrôlé de la même façon qu'en production (par exemple, protecteur verrouillé);
- c) la maintenance corrective a lieu dans une zone dangereuse (par exemple, avec ouverture des protecteurs qui sont normalement fermés en production) mais le rayonnement laser accessible ne dépasse pas les LEA de classe 1;
- d) la maintenance corrective a lieu dans des zones dangereuses, par exemple parce que l'ouverture des protecteurs (normalement fermés en production) est nécessaire. Dans ce cas, le rayonnement laser accessible dépasse les LEA de la classe 1 [voir 5.3.1.1 b)].

Le fabricant doit indiquer la classe de rayonnement laser accessible et les procédures de sécurité recommandées pour chacune des situations rencontrées.

5.3.1.4 Protection pendant l'apprentissage, la programmation et la vérification du programme

Lors de l'apprentissage, de la programmation de la trajectoire et de la vérification du programme, il convient que l'accès aux rayonnements laser dépassant les LEA de classe 3A soit empêché. Si cette condition ne peut pas être remplie, les mêmes prescriptions que pour la maintenance corrective doivent s'appliquer.

5.3.2 Dispositifs et circuits de commande

Les dispositifs et les circuits de commande doivent être conformes à la CEI 204-1.

5.3.2.1 Marche/arrêt

La commande d'arrêt de la machine doit arrêter la machine (coupure de la puissance aux actionneurs) et soit séparer le faisceau laser, soit arrêter l'émission du faisceau laser. La commande d'arrêt du laser doit arrêter l'émission du faisceau.

Des dispositifs de commande séparés peuvent être fournis pour la source à laser et le reste de la machine.

5.3.2.2 Commande d'arrêt d'urgence

La commande d'arrêt d'urgence doit être conforme à la CEI 204-1.

La commande d'arrêt d'urgence doit

- arrêter l'émission du faisceau laser et entraîner la mise en place automatique de l'obturateur de faisceau;
- arrêter la machine (c'est-à-dire couper la puissance aux actionneurs), et
- couper l'alimentation du laser et évacuer toute l'énergie potentielle.

Si une source laser alimente plusieurs machines qui travaillent indépendamment les unes des autres, l'effet de la commande d'arrêt d'urgence située sur une de ces machines doit être comme décrit ci-dessus ou doit

- arrêter la machine concernée (c'est-à-dire couper la puissance aux actionneurs), et
- séparer le faisceau laser pour le chemin optique menant à la machine concernée.

5.3.2.3 Verrouillage des protecteurs

Lorsque les protecteurs (selon l'ISO/TR 12100) sont ouverts ou déplacés ou que des verrouillages de sécurité sont neutralisés, le fonctionnement automatique de la machine doit être impossible.

Si la conception de la machine nécessite que des procédures occasionnelles soient exécutées en ouvrant un ou plusieurs protecteurs (normalement fermés en production) alors que les actionneurs de la machine sont sous puissance, un mode de fonctionnement permettant la neutralisation du ou des protecteurs doit être prévu.

La sélection de ce mode de fonctionnement doit:

- a) être faite au moyen d'un sélecteur de mode verrouillable;
- b) automatiquement séparer le faisceau laser;
- c) empêcher le fonctionnement automatique de la machine.

Un interrupteur à clé peut être utilisé comme sélecteur de mode.

Les dispositifs de neutralisation volontaire des verrouillages des panneaux d'accès amovibles avec ver-

rouillages de sécurité (verrouillages de sécurité neutralisables) doivent répondre aux exigences de la CEI 825-1 applicables à de tels dispositifs de neutralisation.

Le mode de fonctionnement sélectionné doit être clairement indiqué. Après sélection de ce mode de fonctionnement, il doit être possible de neutraliser la séparation du faisceau (à savoir ouvrir l'obturateur du faisceau) pour des opérations de maintenance corrective.

5.3.2.4 Séparation du faisceau laser

La séparation du faisceau laser doit être obtenue en obturant et/ou en déviant le faisceau laser pour lui interdire le passage dans le système de transmission du faisceau.

La séparation du faisceau doit être faite en utilisant un obturateur de faisceau laser à sécurité positive situé à l'intérieur ou juste à l'extérieur du laser. Un indicateur de position doit indiquer la position fermée (à savoir que l'obturateur empêche le passage du faisceau).

Des moyens adéquats, facilement accessibles, doivent être fournis pour verrouiller l'obturateur du faisceau laser en position de fermeture. Une commande par clé est autorisée dans cette intention.

Des obturateurs de faisceau supplémentaires peuvent être fournis par le fabricant de la machine, par exemple dans les situations suivantes:

- a) lorsque des zones de maintenance et/ou de nettoyage se trouvent le long du chemin optique (système de transmission du faisceau);
- b) lorsqu'une source laser émet dans plusieurs chemins optiques et qu'une intervention humaine est nécessaire sur une branche alors que le faisceau émet dans l'une des autres branches.

5.3.2.5 Dispositif de protection lorsque des personnes se trouvent à l'intérieur d'une zone dangereuse

Comme indiqué dans l'ISO/TR 12100-2:1992, paragraphe 4.1.4, pour des situations autres que la production, pour lesquelles la présence humaine dans une zone dangereuse est nécessaire, la machine doit être équipée d'un dispositif de commande des mouvements de la machine et de l'émission du faisceau laser, sous le contrôle de la personne à l'intérieur de la zone en question. Les prescriptions suivantes doivent s'appliquer à ce dispositif:

- le dispositif doit être équipé d'une commande à action maintenue qui, lorsqu'elle est relâchée, empêche l'accès aux rayonnements dépassant les LEA de classe 3A;
- placés sous le contrôle de ce dispositif, tous les mouvements de la machine et l'émission du faisceau laser ne peuvent être commandés que par ce dispositif;
- si l'accès à la zone de danger est possible par un portillon, il ne doit être possible de démarrer l'émission laser à partir de ce dispositif qu'après fermeture du portillon.

5.3.3 Protection contre les risques engendrés par les matériaux et les substances

Le fabricant doit indiquer au client/utilisateur les matériaux pour le travail desquels la machine est conçue et fournir des moyens adéquats pour capter les fumées et poussières en suspension dans l'air, provenant de tels matériaux. Le fabricant doit fournir des renseignements sur les seuils limites pour ces matériaux et pour les fumées et particules engendrées par l'usinage de ces matériaux.

NOTE 4 Le client/utilisateur a la responsabilité de l'évacuation et de la dissipation sûres des fumées et des particules provenant de la machine, conformément aux seuils limites locaux, nationaux ou régionaux.

Une attention particulière doit être portée aux risques provenant des gaz associés (par exemple, l'oxygène) utilisés pour faciliter les interactions laser/pièce et à ceux provenant des fumées produites. Les risques incluent l'explosion, l'incendie, les effets toxiques, l'excédent en oxygène et la raréfaction de l'oxygène.

Voir l'annexe B pour plus de renseignements.

6 Vérification des prescriptions et mesures de sécurité

La conformité générale aux prescriptions de la présente Norme internationale, en particulier celles concernant la présence et la position des protecteurs et des dispositifs de commande, doit être confirmée par contrôle visuel.

Le fonctionnement correct des dispositifs de commande doit être vérifié à l'aide des essais fonctionnels spécifiés par le fabricant.

Les procédures de vérification concernant les niveaux de rayonnement laser doivent être conformes à la CEI 825-1:1993, article 9.

7 Instructions d'emploi

En plus des prescriptions des normes CEI 825-1, CEI 204-1, ISO 11252 et ISO/TR 12100-2, les prescriptions suivantes doivent être remplies.

- a) Le fabricant doit fournir au client/utilisateur toutes les documentations et données sur la sécurité, y compris les procédures correctes de maintenance préventive et corrective.
- b) Le fabricant doit informer l'utilisateur sur les responsabilités qu'il a, concernant l'évacuation et/ou la dissipation des fumées et des particules provenant de la machine.
- c) Le fabricant doit fournir des renseignements sur les seuils limites pour les matériaux pour le travail desquels la machine est prévue, et pour les fumées et particules engendrées par l'usinage de ces matériaux. Le fabricant doit également fournir des renseignements généraux sur le matériel d'évacuation des fumées et des particules.
- d) Le fabricant doit proposer à l'utilisateur une formation adaptée sur la sécurité.
- e) Le fabricant doit informer les utilisateurs sur les risques potentiels connus en faisant figure en bonne place l'avertissement correspondant dans les instructions d'emploi et/ou le manuel d'utilisation.

Il convient de prendre en compte les points suivants dans les instructions d'emploi et/ou le manuel d'utilisation:

- 1) La CEI 825-1 indique des mesures de protection contre le rayonnement laser primaire.

L'exigence minimale, dans le cas d'exposition potentielle à un appareil de classe 3B et de classe 4, est de porter des lunettes de protection adaptées à la puissance et à la longueur d'onde du laser.

- 2) Certaines opérations comme le soudage peuvent produire des rayonnements UV et visibles intenses.

L'exigence minimale, dans le cas d'exposition potentielle à ce type de rayonnements, est de porter des lunettes de protection adéquates (par exemple, un masque de soudeur).

- 3) La plupart des opérations de travail des matériaux produisent des fumées et des particu-

les. Lors du travail des métaux, des vapeurs de métal lourd peuvent être émises. Celles-ci peuvent affecter les tissus et les organes du corps humain. Le travail des plastiques peut engendrer des sous-produits toxiques ou mortels.

L'exigence minimale, avant de lancer le processus, est:

- de se familiariser avec le matériau à travailler, de savoir quelles peuvent en être les sous-produits, d'évaluer leurs risques sur la santé et de déterminer les précautions nécessaires à prendre;
- d'employer les mesures adéquates pour prévenir ou contrôler le risque; ces mesures nécessiteront normalement une extraction positive des fumées de la zone de processus et une purification adéquate avant que les gaz retournent à l'atmosphère loin du personnel;
- d'informer, d'instruire et de former les opérateurs sur les risques et les précautions à prendre;
- si nécessaire, de contrôler l'exposition des opérateurs et d'exercer une surveillance de santé, de forme appropriée, en conformité avec les réglementations locales;
- de consulter une autorité compétente pour trouver quelles réglementations nationales, des États et/ou locales, doivent être respectées avant que les gaz captés retournent à l'atmosphère.

- 4) Une tension (un courant) dangereuse est utilisée pour alimenter le laser et le matériel associé. L'alimentation électrique peut contenir des blocs de condensateurs pouvant rester chargés un certain temps après coupure de l'alimentation.

Les prescriptions minimales, dans le cas de réparation, sont de suivre les règles de bonnes pratiques en matière de sécurité électrique.

8 Étiquetage

Les réglementations locales ou régionales pour l'étiquetage doivent être respectées.

La machine doit être étiquetée pour indiquer: