

Annulée le 29.03.2001

 CFST	Commissione fédérale de coordination pour la sécurité au travail	
Edition 7.90	Règles	No 6502

## Rayonnement laser

Sommaire		Page
1	Champ d'application . . . . .	3
2	Définitions . . . . .	3
2.1	Installation laser . . . . .	3
2.2	Laser . . . . .	3
2.3	Classes laser . . . . .	3
2.4	Signalisation . . . . .	3
2.5	Installation laser blindée (appareil avec laser incorporé) . . . . .	4
2.6	Exposition maximale permise (EMP) . . . . .	4
2.7	Zone de risque laser . . . . .	4
3	Généralités . . . . .	4
3.1	Condition d'autorisation pour les installations laser . . . . .	4
3.2	Documents nécessaires à l'appréciation . . . . .	5
3.3	Documents nécessaires à l'utilisation et à l'entretien . . . . .	5
4	Construction et équipement . . . . .	5
4.1	Règles de la technique . . . . .	5
4.2	Classification et signalisation . . . . .	5
4.3	Objectifs de protection pour les classes laser individuelles . . . . .	5
4.4	Capot de protection, choix de la classe laser . . . . .	6
4.5	Contrôle du blindage . . . . .	6
4.6	Enclenchement en mode normal . . . . .	6
4.7	Sécurité d'enclenchement . . . . .	6

4.8	Connecteur pour dispositifs de sécurité externe . . . . .	7
4.9	Indication de l'état de service . . . . .	7
4.10	Modifications . . . . .	7
4.11	Maintenance et réparations . . . . .	7
5	Utilisation . . . . .	7
5.1	Généralités . . . . .	7
5.2	Lasers des classes 1, 2 et 3A . . . . .	8
5.3	Lasers des classes 3B et 4 . . . . .	8
5.4	Installations laser dans le processus de production . . . . .	9
6	Entretien et remise en service . . . . .	10
6.1	Contrôle des dispositifs de protection . . . . .	10
6.2	Remise en service . . . . .	10
7	Protection des environs . . . . .	10
Note	. . . . .	11
Commentaires	. . . . .	14

Ces directives sont basées sur les normes internationales CEI, publication 825, première édition 1984, qui a été harmonisée en la norme européenne CENELEC HD 482 S1 et qui est valable de ce fait pour la Suisse.

## 1\* Champ d'application

Les dispositions contenues dans ces directives sont applicables à la construction, à l'utilisation et à l'entretien des installations laser.

Elles ne concernent que le danger dû au rayonnement laser. Pour les autres dangers liés à l'utilisation d'installations laser, les prescriptions y relatives sont à observer, en particulier les normes internationales CEI-820 sur la sécurité électrique des installations laser.

Domaine  
d'application

Sécurité  
électrique

## 2 Définitions

### 2.1 Installation laser

Dans ces directives, est appelée installation laser, tout système technique qui constitue ou qui contient un laser répondant à la définition sous chiffre 2.2 ci-après.

Installation  
laser

### 2.2\* Laser

Est appelé laser dans le sens de ces directives, tout dispositif pouvant produire ou amplifier, essentiellement par émission stimulée contrôlée, un rayonnement électromagnétique cohérent.

Laser

### 2.3\* Classes laser

Les installations laser seront rangées dans les classes 1, 2, 3A, 3B, 4 en fonction du risque présenté par le rayonnement accessible, d'après les normes CEI-825, respectivement SEV/ASE 3669.1988.

Classes laser

### 2.4\* Signalisation

La signalisation des installations laser oriente sur leur classification et sur le comportement à adopter.

Signalisation

## 2.5 Installation laser blindée

Installation laser blindée

Une installation laser est dite blindée lorsque des dispositifs techniques limitant le rayonnement accessible permettent la classification de l'installation dans une classe inférieure à celle du laser incorporé.

Conditions de fonctionnement

Pour les installations laser blindées, on distinguera les conditions de fonctionnement normal et particulier.

Fonctionnement normal

Conditions de fonctionnement normal

En conditions de fonctionnement normal, l'installation laser remplit les fonctions pour lesquelles elle a été prévue et construite.

Fonctionnement particulier

Conditions de fonctionnement particulier

Toutes les autres formes de service, telles que maintenance, recherche de pannes, installation, programmation, tests, mesures de contrôle, changement de pièces, etc. correspondent aux conditions de fonctionnement particulier.

## 2.6\* Exposition maximale permise (EMP)

Exposition maximale permise

L'exposition maximale permise est la valeur limite du rayonnement laser à laquelle une personne peut être exposée sans conséquences nuisibles pour les yeux et la peau.

## 2.7 Zone de risque laser

Zone de risque laser

On appelle zone de risque laser, la zone à l'intérieur de laquelle l'irradiation provoquée par le rayon laser ou par une déviation accidentelle du rayon laser dépasse l'exposition maximale permise pour les yeux.

# 3 Généralités

## 3.1\* Condition d'autorisation pour les installations laser

Les installations laser, qui seront mises en circulation en Suisse, sont soumises à autorisation selon l'ordonnance sur

les produits électriques basse tension, art. 6, resp. l'ordonnance sur les produits électriques basse tension soumis à autorisation, art. 1. L'autorisation est délivrée par l'inspecteur fédéral pour les courants forts, sur la base d'une homologation effectuée auprès d'un office de contrôle reconnu.

Condition  
d'autorisation

Homologation

### 3.2 Documents nécessaires à l'appréciation

Sur demande, tous les documents nécessaires à l'appréciation de la sécurité technique de l'installation laser doivent être mis à disposition de l'organe de contrôle.

Documents  
nécessaires à  
l'appréciation

### 3.3 Documents nécessaires à l'utilisation et à l'entretien

Celui qui utilise ou entretient une installation laser doit veiller à ce que la sécurité soit assurée. Les instructions de service appropriées doivent être disponibles en allemand, en français ou en italien.

Documents  
nécessaires à  
l'utilisation et à  
l'entretien

## 4 Construction et équipement

4.1\* En ce qui concerne la sécurité, les installations laser doivent répondre aux règles reconnues de la technique. Elles doivent en outre être conçues de manière à ne pas mettre la vie et la santé en danger si elles sont utilisées soigneusement et conformément aux prescriptions d'emploi.

Règles de la  
technique

4.2\* Les installations laser doivent être classées et signalées.

Classification  
et signalisation

4.3\* Les différentes classes laser doivent répondre aux conditions suivantes:

Objectifs de  
protection pour  
les classes  
laser indivi-  
duelles

#### Classe 1

Les lasers de la classe 1 ne doivent présenter aucun danger (sécurité intrinsèque), même en cas d'erreur de manipulation ou lors de l'utilisation de moyens optiques.

### Classe 2

Le regard direct dans le faisceau laser ou lors de l'utilisation de moyens optiques ne doit causer aucun dommage, ceci en admettant que le réflexe de fermeture de la paupière ne soit pas entravé.

### Classe 3A

Les lasers de la classe 3A doivent répondre aux conditions de la classe 1 pour le rayonnement invisible et à celles de la classe 2 pour le rayonnement visible; en admettant qu'aucun moyen optique n'est utilisé.

### Classe 3B

Les lasers continus de la classe 3B ont une puissance limitée à 0.5 watt. L'observation de réflexions diffuses ne doit pas causer de dommage.

### Classe 4

Tous les lasers qui ne satisfont pas aux conditions des classes 1, 2, 3A et 3B, appartiennent à la classe 4.

Capot de protection  
Choix de la classe laser

4.4\* Toutes les installations laser doivent être munies d'un capot de protection ne donnant accès qu'au faisceau laser utilisé. La classe laser correspondant au faisceau accessible est à garder aussi basse que possible.

Contrôle du blindage

4.5\* Les installations laser blindées ne doivent pouvoir être mises en service pour l'usage prévu qu'avec le blindage fermé.

Enclenchement en mode normal

4.6 Les installations laser blindées ne doivent pouvoir être remises en service normal, après ouverture du blindage, qu'à partir de la position hors de l'interrupteur principal. Le réenclenchement ne doit alors être possible, que lorsque tous les éléments du blindage ont été remis dans leur position d'origine.

Sécurité d'enclenchement

4.7 La mise en service des installations laser des classes 3B et 4 par des personnes non autorisées doit pouvoir être empêchée.

4.8\* Les installations laser des classes 3B (dès 5 mW) et 4 doivent être munies, en plus du commutateur d'enclenchement, d'un connecteur par lequel, au moyen d'éléments de sécurité externes, le faisceau laser puisse être atténué ou coupé.

Lorsque ce connecteur n'est pas en service, l'installation laser ne doit émettre aucun rayonnement ou le faisceau laser ne doit pas dépasser pas les valeurs limites des classes 1, 2 ou 3A.

Connecteur pour circuit de contrôle de l'enclenchement externe

4.9\* Les installations laser des classes 3B et 4 doivent être équipées d'un dispositif indiquant clairement l'état de service de l'appareil.

Indication de l'état de service

4.10 Celui qui modifie une installation laser ou qui ne l'emploie pas conformément aux instructions du fournisseur, doit veiller à ce que l'installation fasse l'objet d'une nouvelle classification. Les instructions de service doivent être adaptées à la nouvelle situation et remises à l'utilisateur.

Modifications

4.11\* Les travaux d'entretien et les réparations doivent pouvoir être effectués sans danger.

Maintenance et réparations

## 5 Utilisation

### 5.1 Généralités

1\* Les installations laser doivent être conçues et équipées de manière à permettre à chaque instant leur utilisation sans danger. Les organes de commande doivent être disposés de façon que l'utilisateur ne soit pas mis en danger par le rayonnement.

Disposition des organes de commande

2\* Les installations laser doivent être utilisées conformément aux données et aux instructions du fabricant, ou, le cas échéant, de la personne responsable selon ch. 4.10.

Utilisation

3\* Toute personne appelée à utiliser une installation laser doit être instruite sur la manière d'employer l'installation laser, ses dispositifs de protection et les moyens de protection individuels.

Instruction

## 5.2 Lasers des classes 1, 2 et 3A

- Classe 1 1 Pour les installations laser de la classe 1, aucune mesure de protection particulière n'est exigée.
- Installation laser blindée 2 Si, avec une installation laser blindée, on doit exécuter un travail pour lequel le rayonnement habituellement masqué doit être accessible, la sécurité de cette condition de service particulière doit être garantie conformément au ch. 5.3 ci-dessous.
- Mesures préventives de sécurité 3\* Les installations laser des classes 2 et 3A doivent être dirigées, resp. placées sur une machine, de manière à éviter l'éblouissement de l'utilisateur, ou de tiers, par le faisceau direct ou par les réflexions spéculaires. Des signaux de sécurité attireront l'attention des tiers afin qu'ils ne regardent pas intentionnellement dans le faisceau.

## 5.3 Lasers des classes 3B et 4

- Surveillance de la zone de risque laser 1\* Celui qui utilise une installation laser des classes 3B et 4 doit veiller à ce que personne ne puisse être atteint par le rayonnement non admissible. Il doit prendre toutes les mesures nécessaires pour qu'aucune personne non autorisée ne puisse pénétrer dans la zone de risque laser.
- Équipement de protection individuel 2\* Celui qui utilise une installation laser des classes 3B et 4 doit veiller à ce que l'équipement de protection individuel nécessaire soit à disposition des personnes occupées dans la zone de risque laser.  
Les personnes occupées dans la zone de risque d'installations laser des classes 3B et 4 doivent se protéger contre le rayonnement non admissible par un équipement de protection individuel.
- Dispositif complémentaire de déclenchement 3 Les installations laser de la classe 4 de grande envergure et dont on n'a pas une vue d'ensemble doivent être équipées d'un dispositif complémentaire de déclenchement placé à une distance appropriée de la zone de risque laser.

## 5.4 Installations laser dans le processus de production

1\* Lors de l'intégration d'une installation laser dans le processus de production, le rayon laser d'usinage ne doit pas être accessible en conditions de service normales. Si l'optique d'usinage n'est pas intégrée dans le blindage, on s'assurera, lors du choix du processus de travail, ou respectivement du matériel à travailler, que ni le rayonnement direct ni ses réflexions spéculaires ne s'échappent dans l'espace.

Rayons laser d'usinage

2 Dans la mesure du possible, les installations laser intégrées dans le processus de production devraient être conçues de manière à ce qu'elles restent blindées, même lors de conditions de service particulières.

Conditions de service particulières

3 Pour les installations laser intégrées dans un processus de production, le mode de fonctionnement «fonctionnement particulier» doit pouvoir être assuré individuellement à l'aide d'un interrupteur de sécurité contre les fausses manipulations, par exemple, par l'installation d'une clé personnelle.

Interrupteur de sécurité

4\* Lors de l'intégration d'installations laser d'une longueur d'onde inférieure à 1400 nanomètres dans le processus de production, aucun rayonnement diffus ne doit s'échapper dans l'espace en conditions de service normales.

Rayonnement diffus

5\* Les personnes travaillant avec une machine d'usinage comportant une installation laser doivent se protéger par des équipements de protection individuels contre le rayonnement secondaire non admissible (rayonnements UV, visible ou infrarouge).

Rayonnement secondaire

6\* L'utilisateur de machines d'usinage laser doit prendre toutes les mesures nécessaires pour que le personnel ne soit pas mis en danger par les vapeurs, poussières, fumées et gaz provoqués par l'usinage.

Protection contre les vapeurs, poussières, fumées et gaz

7 Pour les lasers de guidage éventuellement à disposition (rayonnement d'accompagnement visible) les prescriptions des ch. 5.2, resp. 5.3, doivent être observées.

Lasers de guidage

## 6 Entretien et remise en service

Contrôle des  
dispositifs de  
protection

**6.1\*** Les installations laser doivent être entretenues conformément aux données et aux instructions du fournisseur, ou, le cas échéant, de l'organe responsable selon ch. 4.10. L'efficacité des dispositifs de protection doit être périodiquement contrôlée.

Remise en  
service

**6.2** Si l'installation laser est mise hors service pour une longue durée, ou déplacée, on procédera, avant sa remise en service, aux contrôles et aux travaux de remise en état éventuellement nécessaires, afin que la sécurité des personnes soit assurée en tout temps.

## 7 Protection des environs

Protection des  
environs

L'utilisateur doit veiller, dans le cadre des prescriptions concernant la protection de l'environnement, à ce que les filtres utilisés ainsi que les composants laser tels que optique, miroir, absorbeur de faisceau, cathode, etc. soient manipulés et récupérés selon les prescriptions.

Juillet 1990

Commission fédérale  
de coordination  
pour la sécurité au travail

Source:

Commission fédérale  
de coordination  
pour la sécurité au travail  
Bureau des directives  
Fluhmattstrasse 1  
Case postale  
6002 Lucerne

## Note

Dans le cadre du champ d'application des présentes directives d'autres dispositions sont à observer également, en particulier:

à commander  
chez:

- Sécurité du rayonnement des installations laser, classification des arrangements, prescriptions et directives pour l'utilisateur SEV/ASE 3669.1988 (équivalent à la norme internationale CEI-825) ASE
- Sécurité électrique des appareils laser et des arrangements laser, CEI-820 resp. projet de normes européennes prEN 60820 ASE
- Protection individuelle des yeux, prEN 207 et 208 (projet de normes européennes) ASE
- Prescriptions de sécurité pour les appareils électriques médicaux CEI-601-1 ASE
- Ordonnance sur les installations électriques basse tension ASE
- Ordonnance sur les produits électriques basse tension (PEBT) ASE
- Ordonnance sur les produits électriques basse tension soumis à autorisation ASE
- Ordonnance du Conseil fédéral du 7 juillet 1933 sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien d'installations électriques à courant fort ASE
- Loi fédérale sur le travail dans l'industrie, l'artisanat et le commerce (Loi sur le travail) avec les Ordonnances 1-3 OCFIM
- Loi fédérale sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (LSIT) OCFIM
- Règles générales relatives à la construction, l'équipement, l'installation, l'emploi et l'entretien des machines, form. CNA 1593 CNA

- Règles relatives à la construction et à la position des dispositifs de commande, form. CNA 1594 CNA
- Construction et position des dispositifs de commande, feuillet d'information CNA 44010 CNA
- Valeurs limites d'exposition aux postes de travail (valeurs MAC) form. CNA 1903 CNA
- Instructions pour le dimensionnement de lunettes de protection et de lunettes de réglage laser, communication de la section physique CNA
- Instructions pour la classification des installations laser, communication de la section physique CNA
- Prescriptions de sécurité relatives au travail avec des systèmes de transmission optique, instructions de service no 15 (dossier 400.6) du 21. 5. 1985 PTT
- Directives pour la sécurité au travail lors de soudures et de travaux analogues, ASTS-710 ASTS
- Directives relatives à l'utilisation et à l'entretien de bouteilles à gaz chez les utilisateurs, ASTS-510.1 ASTS
- Directives AEAI pour les prescriptions sur la police du feu AEAI

*Distributeurs:*

- OCFIM Office central fédéral des imprimés et du matériel, Fellerstrasse 21, 3027 Berne (adresse postale: OCFIM, 3000 Berne)
- PTT Direction générale des PTT, bibliothèque et documentation, Viktoriastrasse 21, 3030 Berne
- ASE Association suisse des électriciens, case postale, 8034 Zurich
- CNA Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, case postale, 6002 Lucerne
- ASTS Inspectorat de l'Association suisse de la technique de soudure (ASTS), case postale, 4006 Bâle
- AEAI Association des établissements cantonaux d'assurance contre l'incendie, case postale, 3001 Berne

---

## Commentaires aux règles no 6502 Rayonnement laser

Edition juillet 1990

---

Dans ces commentaires, il est démontré, au moyen d'exemples, comment les objectifs de sécurité exposés dans les directives peuvent être réalisés. D'autres solutions que celles proposées peuvent également être admises, pour autant que l'objectif de sécurité soit également atteint.

## Au ch. 1 Champ d'application

Autres prescriptions de sécurité (voir aussi «Note», p. 11 ss.)

Comme l'expérience le démontre, la partie électrique d'une installation laser présente de grands risques d'accidents. Lors de l'utilisation et de l'entretien des installations laser, les règles et les prescriptions de l'Association suisse des électriciens (ASE) doivent être impérativement respectées et appliquées.

Les machines d'usinage laser automatisées sont attribuées au groupe «machines-outils», resp. «robots» et doivent être construites conformément aux règles applicables à ces machines. On retiendra en particulier les publications de la CNA suivantes:

- Form. CNA 1593 Règles générales relatives à la construction, l'équipement, l'installation, l'emploi et l'entretien des machines,
- Form. CNA 1594 Règles relatives à la construction et à la position des dispositifs de commande,
- Feuillelet d'information CNA 44010 Construction et position des dispositifs de commande.

Des informations spéciales relatives à la construction des machines d'usinage laser sont disponibles auprès de la CNA, section mécanique II (no de commande 66010).

Lors de l'usinage laser, les prescriptions et les règles de l'Association suisse de la technique de soudure (ASTS) doivent être respectées (directives 710 pour la sécurité au travail lors de soudures et de travaux analogues).

Lors de l'utilisation d'installations laser les prescriptions générales de sécurité contre le feu sont à respecter (disposition générales, AEAI, resp. prescriptions cantonales).

Lors de la manipulation des bouteilles de gaz, les «Directives relatives à l'utilisation et à l'entreposage des bouteilles de gaz chez les utilisateurs dans l'industrie et dans l'artisanat», ASTS-510.1, doivent être observées.

Lors du remplacement des lampes à éclair et des tubes à décharge les «Règles pour la prévention des accidents lors de la manipulation de tubes de télévision» doivent être respectées (form. CNA 1503). Lors de la mise en place d'installations laser ou lors de la délimitation de zones de risque laser (locaux sans fenêtre) en milieu industriel, la procédure en vue de l'approbation des plans doit être introduite conformément à l'art. 7 de la loi sur le travail.

## Au ch. 2.2 Laser

Laser est l'abréviation de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, c'est-à-dire amplification de lumière par émission stimulée de la radiation (optique).

Contrairement à la lumière normale, le rayonnement émis par le laser est cohérent, c'est-à-dire en phase, et déjà concentré dans une direction dès sa création.

Le danger d'un faisceau laser repose, d'une part, sur sa portée à grandes distances et, d'autre part, sur son énorme possibilité de concentration (focalisation). Si un rayon laser visible ou invisible du proche infrarouge, par exemple le rayon d'une diode laser ou d'un laser Nd-YAG, atteint l'œil, il est focalisé par le cristallin en un foyer ponctuel minuscule. Même un rayonnement de quelques millièmes de watt seulement peut endommager définitivement les cellules visuelles de l'œil. Avec des lasers de grande puissance, le rayon principal et même ses réflexions peuvent causer des dommages à la peau en plus des yeux et même embraser des matières environnantes.

## Au ch. 2.3 Classes laser

Pour l'attribution à une classe, seul le danger dû au rayonnement accessible est pris en compte.

Au contraire de la classification pour les matières toxiques, le danger de l'installation laser augmente avec la classe croissante.

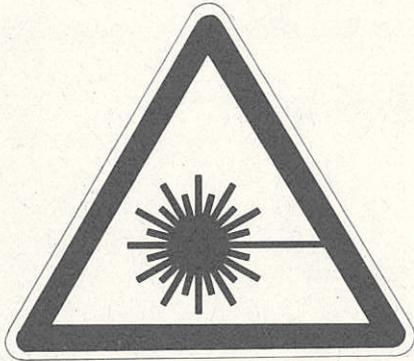
Les critères pour la classification sont exposés dans les Normes internationales CEI-825. Une brève instruction pour la classification des installations laser peut être obtenue auprès de la CNA, à Lucerne, comme communications de la section Physique (voir «Note», p. 11 ss.).

## Au ch. 2.4 Signalisation

Les installations laser doivent être marquées de telle sorte qu'une identification claire soit possible de tous les côtés (fabricant, code de désignation, numéro de série etc.). A cela s'ajoute les signaux de sécurité suivants:

- Signal d'avertissement pour rayons laser
- Signal d'information de la classe
- Plaque signalétique

Exemple de signalisation de laser



*Signal d'avertissement pour rayons laser*



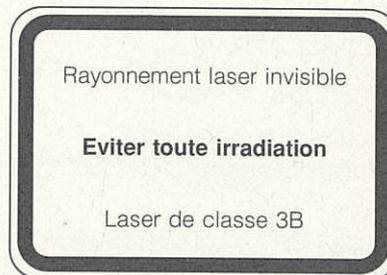
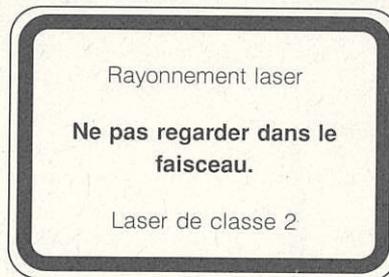
*Signaux d'information de la classe*

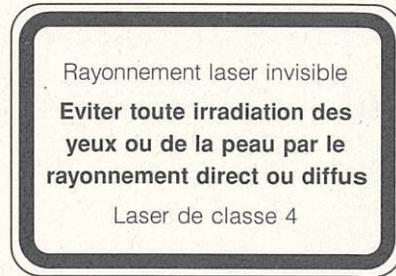
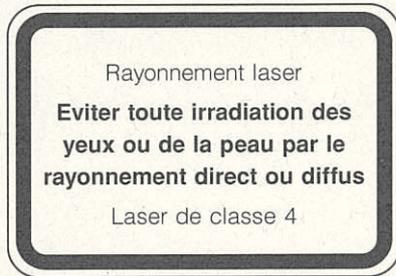
Données du laser	
Nature du laser	_____
Longueur d'onde	_____
Durée d'émission	_____
Puissance de rayonnement	_____
Energie de rayonnement	_____

*Exemple de plaque signalétique*

Toutes les caractéristiques laser nécessaires à la classification doivent être indiquées sur la plaque des caractéristiques laser.

Ces signaux d'information de la classe ne peuvent être utilisés qu'avec des signaux d'avertissement. Exception: Le signal d'avertissement ne doit pas être utilisé pour les installations laser de la classe 1.

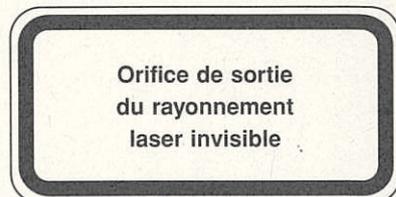
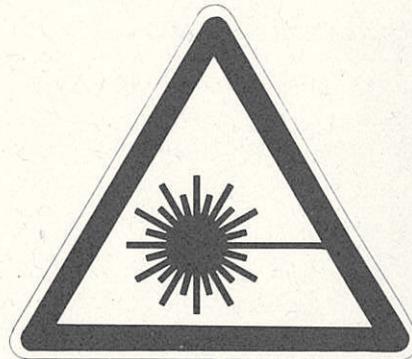
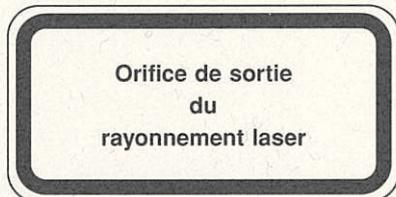
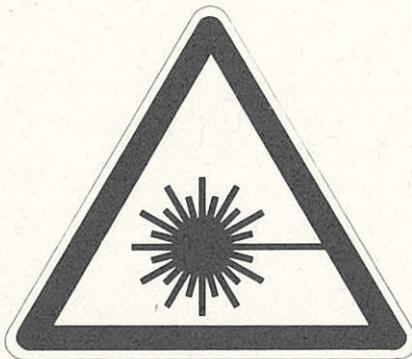




### Signalisation de l'orifice de sortie du rayonnement

Sur les installations laser des classes 3B et 4, on doit apposer, à proximité de l'orifice de sortie du rayonnement, un signal d'avertissement pour rayons laser et un signal auxiliaire complémentaire portant le texte suivant:

«Orifice de sortie du faisceau laser» ou, le cas échéant, «Orifice de sortie du faisceau laser invisible».



#### Eléments amovibles

Si, à la suite de l'enlèvement – ou du changement de position – d'éléments du capot de protection ou du blindage le rayonnement laser accessible dépasse la valeur limite de la classe 1, ces éléments doivent être signalés par un signal d'avertissement pour rayons laser et par un signal auxiliaire portant le texte suivant:

Exemples:

«Attention rayonnement laser émis lorsque le capot est ouvert.»

ou:

«Attention, rayonnement laser invisible émis lorsque le capuchon de la fibre optique est retiré», etc.

#### Exécution des signaux de sécurité

- le symbole laser, le texte et les bords doivent être noirs et ressortir sur fond jaune,
- le fond des plaques signalétiques et celui du signal d'information de la classe 1, doit être neutre; c'est-à-dire pas d'une des couleurs utilisées pour les signaux de sécurité.
- les textes d'avertissement doivent être rédigés dans la langue suisse usuelle officielle de l'utilisateur.

#### Rayonnement laser invisible

Un rayonnement laser invisible doit expressément être mentionné dans le texte d'avertissement. Si un rayonnement laser visible et invisible est émis, on doit attirer l'attention sur les deux genres de rayonnement.

#### Au ch. 2.6 Exposition maximale permise (EMP)

Les valeurs EMP relatives à l'effet direct du rayonnement laser sur la cornée de l'œil, c'est-à-dire lors d'un regard direct dans le faisceau laser, sont tirées du tableau VI des Normes CEI 825. Le tableau VII contient les valeurs EMP pour l'observation d'une source laser étendue, respectivement d'un faisceau laser après réflexion diffuse. Le tableau VIII contient les valeurs EMP ne seront pas dépassées avec certitude que pour les lasers de classe 1.

#### Au ch. 3.1 Condition d'autorisation pour les installations laser

Lors de l'homologation, il sera également contrôlé si l'installation laser a été correctement classée.

#### Au ch. 4.1 Règles de la technique

Le dimensionnement et la construction d'installations laser sont régis par les règles de la technique selon les prescriptions techniques des normes internationales CEI-825 et CEI-820, ainsi que par d'autres règles, instructions et ordonnances appropriées (voir «Note», p. 11 ss.). La loi fédérale sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (LSIT) doit être observée.

#### Au ch. 4.2 Classification et signalisation

Voir commentaires aux ch. 2.3 et 2.4.

#### Au ch. 4.3 Objectifs de protection pour les classes laser individuelles

##### Classe 1

Le rayonnement accessible est suffisamment faible pour que tout dommage soit exclu. Le rayonnement dangereux est inaccessible même en cas d'erreur de manipulation en raison de la conception de construction de l'installation laser.

##### Classe 2

Les lasers de la classe 2 n'émettent que dans le domaine visible et fournissent en régime continu une puissance de 1 mW au maximum.

#### Classe 3A

Pour les lasers de la classe 3A, le faisceau est élargi, généralement en forme de cercle ou de trait. Dans la gamme visible, la part du rayonnement pouvant pénétrer dans l'œil correspond au rayonnement d'un laser de la classe 2 et, dans la gamme invisible, à celui d'un laser de la classe 1. Pour autant que l'observateur occasionnel n'utilise pas d'instrument optique auxiliaire, comme des jumelles par exemple, ses yeux ne peuvent pas être irradiés de manière inadmissible.

#### Classe 3B

Avec les lasers de la classe 3B, le rayonnement direct et le rayonnement réfléchi peuvent provoquer des dommages oculaires, même lors d'expositions de courte durée.

Les conditions à remplir pour observer en sécurité le rayonnement diffus d'un laser à rayonnement visible de la classe 3B sont les suivantes:

- Distance minimale entre l'œil et l'écran: 13 cm
- Durée d'observation maximale: 10 sec.

#### Classe 4

Il n'y a pas de limite supérieure pour les lasers de la classe 4. Le rayonnement et ses réflexions mettent fortement en danger les yeux et la peau. Sous l'effet de l'impact du rayon sur certaines matières, des substances nocives pour la santé peuvent être déclenchées.

Avant d'observer des réflexions diffuses, on doit vérifier si l'exposition maximale permise (EMP) pour les yeux, conformément aux Normes CEI 825, tableau VII, n'est pas dépassée.

#### Au ch. 4.4 Choix de la classe laser

Pour les travaux de marquage, de mensuration et lors de l'emploi de lasers de guidage, on ne devrait utiliser que des installations laser des classes 1, 2 et 3A ou à la rigueur de la classe 3B dont le rayonnement visible est d'une puissance maximale de 5 mW.

#### Au ch. 4.5 Contrôle du blindage

Tous les éléments du blindage qui pourraient être modifiés pendant le fonctionnement ou la maintenance, de telle sorte que le rayonnement rendu accessible élève la classe laser, doivent être connectés à un circuit de contrôle de l'enclenchement; les éléments de transmission du faisceau délicats, comme par exemple les fibres optiques, doivent également être connectés au circuit de contrôle de l'enclenchement.

Lorsque ce circuit de contrôle de l'enclenchement est interrompu, le faisceau laser doit être immédiatement coupé ou atténué de telle sorte que le rayonnement accessible ne dépasse pas les valeurs limites des classes 1, 2 ou 3A.

Un tel circuit de contrôle de l'enclenchement doit être réalisé comme un interrupteur de sécurité ou comme l'interrupteur qui contrôle les éléments du blindage, dont l'action de déclencher l'atténuation du faisceau laser est à choisir et construire, de telle sorte que le circuit électrique soit inévitablement mécaniquement interrompu dès qu'un élément du dispositif de sécurité est déplacé.

Un interrupteur de sécurité doit remplir les deux conditions suivantes:

- Une panne unique ne doit pas entraîner une situation dangereuse.
- Une erreur ne doit pas rester inaperçue (par exemple: prochain enclenchement seulement possible après réparation de la panne).

#### **Au ch. 4.8 Connecteur pour dispositif de sécurité externe**

Ce connecteur peut être utilisé pour le contrôle d'ouvertures dans le blindage, de systèmes de transmission du faisceau, de portes d'accès à la zone de risque laser, pour les dispositifs d'arrêt de secours, etc.

#### **Au ch. 4.9 Indication de l'état de service**

L'état de service d'une installation laser présentant un danger doit être signalé par un avertissement visuel ou acoustique.

L'avertissement visuel doit aussi être reconnaissable avec des lunettes de protection laser ou avec des lunettes de protection contre l'éblouissement. L'avertissement acoustique doit se distinguer clairement des autres bruits ambiants (ventilateurs, pompes, etc.)

Pour les installations laser intégrées dans le processus de production, l'état de service ne présentant pas de danger doit également être signalé.

#### **Au ch. 4.11 Maintenance et réparation**

Pour exclure tout danger lors des travaux de maintenance et de réparation, les installations laser doivent être construites de telle sorte que:

- l'apport d'énergie puisse être coupé de manière sûre et, au besoin, l'énergie stockée dissipée,

- les éléments conduisant la haute tension ne puissent pas être touchés par inadvertance,
- les mesures du faisceau laser et de la haute tension ne puissent pas être effectuées simultanément.

#### **Au ch. 5.1.1 Disposition des organes de commande**

Quand cela s'avère possible, les lasers de la classe 4 tout au moins devront être commandés à distance. De cette façon, on pourra éviter la présence de personnes dans la zone de risque laser, ou, en tout cas, à proximité directe du laser.

#### **Au ch. 5.1.2 Utilisation**

Le fournisseur d'une installation laser est tenu de mettre à disposition de l'utilisateur un guide, spécifique pour l'appareil, concernant la protection contre le rayonnement. Ce guide doit être, si possible, fixé à l'installation laser.

#### **Au ch. 5.1.3 Instruction**

Avant son entrée en fonction, le personnel de service doit être orienté au sujet des dangers pour la santé que présente le travail avec des installations laser, de même il devra être instruit quant au comportement correct à adopter. Si nécessaire, cette instruction sera renouvelée. Les thèmes suivants seront traités lors de l'instruction:

- effets des rayons laser sur l'œil et la peau,
- autres possibilités de danger et effets secondaires,
- prescriptions de sécurité et instructions de service,
- comportement dans la zone de risque laser,
- installations et mesures de protection à l'emplacement de travail,
- utilisation de lunettes de protection laser et de lunettes de réglage, ainsi que de vêtements de protection,
- contrôle des installations de sécurité du local et de l'appareil,
- comportement en cas de panne.

Lors de l'instruction, il est recommandé de remettre les prescriptions de service sous forme d'une brève feuille d'instruction, et, éventuellement, de les afficher à l'emplacement de travail.

Lors de la mise en service d'installations laser de la classe 4, il est recommandé de désigner un expert-laser.

Tâches de l'expert-laser:

- délimiter et signaler la zone de risque laser,
- déterminer les mesures de protection techniques et administratives,
- remettre et contrôler les clefs des installations laser et du local laser,
- fournir les moyens de protection individuels et contrôler périodiquement leur efficacité,
- instruire et surveiller les personnes occupées dans la zone de risque laser.

#### Au ch. 5.2.3 Mesures préventives de sécurité

- Placer des signaux de sécurité,
- ne pas situer le trajet du faisceau à hauteur des yeux,
- enlever ou recouvrir les objets réfléchissants se trouvant dans la zone du rayonnement,
- dans la mesure du possible, absorber le rayon à la fin de son trajet utile,
- recouvrir les zones non utilisées lors de l'emploi d'installations laser à balayage,
- s'assurer que les lasers non utilisés ne soient pas à la portée de personnes non autorisées.

Remarque: sur les chantiers, les personnes travaillant avec des niveaux ou des théodolites dans la zone de risque laser doivent être spécialement mises en garde.

#### Au ch. 5.3.1 Surveillance de la zone de risque laser

Signalisation

La zone de risque laser et l'accès à la zone de risque laser doivent être signalés de façon identique à celle de l'installation laser concernée (cf. commentaires au ch. 2.4).

Indication de l'état de service

Si la situation exige le port de moyens de protection individuels, l'état de service présentant un danger d'une installation laser doit déjà être signalé avant la pénétration dans la zone de risque laser.

Trajet des faisceaux

Chaque fois que cela est pratiquement possible, le trajet du faisceau devrait être couvert ou protégé. La cible doit également être munie d'une

protection, afin que le moins possible de lumière diffuse ne s'échappe vers l'extérieur. Etant donné le risque d'incendie lié aux installations laser de la classe 4, seules des constructions stables sont autorisées. Le laser ainsi que tous ses éléments optiques doivent être assurés de manière qu'il soit impossible de les déplacer ou de les renverser par inadvertance.

#### Arrêt du faisceau

Un arrêt de faisceau doit être installé à la fin du trajet utile du faisceau. Il doit être conçu de façon à offrir une résistance suffisante au rayon laser, et, par conséquent, à réduire le rayonnement diffus dans toute la mesure du possible.

Les plaques ou blocs de graphite conviennent pour l'absorption de rayons lasers de forte énergie.

Pour les lasers de forte puissance fonctionnant en régime continu, il est conseillé d'utiliser un absorbeur creux. Il s'agit de blocs de cuivre ou de graphite, refroidis à l'eau et qui présentent une cavité de forme conique au point d'impact des rayons. Ce procédé absorbe le faisceau incident sans qu'il y ait des réflexions dans le local.

Les matériaux réfractaires suivants conviennent mal en tant qu'arrêt de faisceau: pierres réfractaires, briques d'argile, pierres naturelles, pierres fortement réfractaires et verres.

#### Surveillance de la lumière diffusée

Pour les installations laser de grande puissance, qui émettent dans la gamme invisible, il peut s'avérer nécessaire de soumettre l'efficacité des installations de protection à une surveillance continue. Ceci peut se faire au moyen de cellules photosensibles réglées sur la longueur d'onde correspondante et pour un seuil d'intensité donné.

#### Eclairage

Un éclairage blanc suffisant est indispensable, car beaucoup de lunettes de protection provoquent également une atténuation importante du domaine spectral visible. L'installation d'un dispositif de réglage de la lumière est très pratique pour pouvoir assombrir suffisamment le local lors des travaux de réglage.

#### Voie de fuite

La disposition des appareils dans la zone de risque laser doit permettre à chaque instant une fuite sans rencontre d'obstacle. Il est recommandé de faire passer les conduites d'eau, les câbles d'alimentation et les câbles de mesures, par le haut. Des objets n'appartenant pas à l'installation laser, particulièrement lorsqu'ils sont inflammables, ne devraient pas être déposés dans la zone de risque laser.

#### Délimitation de la zone de risque laser

S'il n'existe qu'un faible et peu probable danger pour l'œil par rayonnement diffus non collimaté ou par faible rayonnement direct accidentellement réfléchi, la délimitation de la zone de risque laser peut se faire au moyen de parois amovibles et de rideaux spéciaux. Les fenêtres peuvent être recouvertes de feuilles diffusantes.

S'il y a un risque important de lésions par rayonnement laser, les exigences du ch. 5.3.1 relatives à la zone de risque laser ne pourront généralement être satisfaites que si l'installation laser est exploitée dans un espace délimité par des éléments construits (local laser). Cet espace délimité ne doit être accessible qu'aux personnes autorisées. En cas d'accident, les équipes de secours doivent pouvoir y accéder sans danger. Ceci peut être réalisé en plaçant une clef et un interrupteur de secours pour le laser, sous verre, à l'entrée de l'espace délimité.

Les fenêtres par lesquelles le rayonnement laser pourrait s'échapper doivent être recouvertes de manière à offrir au rayonnement une résistance suffisante compte tenu de la longueur d'onde utilisée.

Si le port de lunettes de protection contre le rayonnement laser est obligatoire pour pénétrer dans le local laser, son entrée doit être complétée par un sas.

#### Utilisation en plein air

Si, lors de la mise en service d'installations laser des classes 3B et 4, le trafic aérien peut être mis en danger, le service local de la sécurité aérienne doit être averti.

#### Spectacles laser

Les installations laser ainsi que les installations optiques et électriques qui leur sont rattachées doivent être installées de manière à ne pas être accessibles au public.

Les lasers, les optiques laser et tous les éléments qui divisent et modulent le faisceau, doivent être fixés sur un banc optique ou une plaque de montage stables de manière qu'il soit impossible de renverser ou de déplacer involontairement les divers éléments de l'installation. Le déplacement et le réglage de ces éléments ne doivent pas se faire en présence du public. Pour tous les travaux de montage ou de réglage, sur des lasers en service, les opérateurs doivent porter des lunettes de protection, ou, selon le cas, des lunettes de réglage.

Le faisceau laser direct ou une partie du faisceau direct après sa division ne doivent en aucun cas atteindre le domaine dans lequel se tiennent les personnes, même après plusieurs réflexions sur des surfaces réfléchissantes; pour cela, le faisceau et ses réflexions doivent toujours passer à une

hauteur d'au moins 2,5 m au-dessus du sol. Si lors du spectacle laser il est prévu une projection dans le public, la preuve doit être apportée que l'exposition maximale permise (EMP) ne pourra être dépassée en aucun endroit de l'espace accessible aux personnes.

Pour les lasers de la classe 4, le rayon doit être élargi afin que l'énergie du faisceau direct ou du faisceau réfléchi au point d'impact en un endroit quelconque du local ne provoque pas une température supérieure à 80°C, même en cas d'émission en régime continu.

Seules des matières ou des revêtements muraux difficilement inflammables peuvent être utilisés dans la zone de risque laser. Un écran métallique doit être disposé à l'endroit de sortie du faisceau de manière à ce qu'aucun rayonnement laser ne puisse atteindre l'espace accessible aux personnes lors d'un déplacement involontaire de l'optique.

Expériences de démonstration avec des installations laser

Vu le haut degré de risque présenté par des installations laser de la classe 4, ces dernières ne devraient, si possible, pas être utilisées pour des démonstrations publiques.

Si ces appareils sont tout de même utilisés pour certaines expériences particulières, les points suivants doivent être observés:

- l'opérateur est responsable de la sécurité des spectateurs,
- l'exécution pratique de l'expérience doit être mise au point en l'absence de toute personne
- l'installation expérimentale doit être assurée contre tout déplacement involontaire des éléments optiques,
- les spectateurs doivent être maintenus à distance de l'installation expérimentale par des barrières ou des séparations avant et pendant la démonstration,
- un réajustement non prévu ou une correction du trajet du faisceau ne doivent pas être effectués en présence de spectateurs.

#### Au ch. 5.3.2 Equipement de protection individuel

L'équipement de protection individuel contre le rayonnement laser doit comprendre les objets suivants:

- lunettes de protection laser et lunettes de réglage laser,
- protections pour le visage, pour la tête et pour les mains,
- vêtements de protection.

Les faisceaux laser de haute énergie devraient être sous contrôle de sorte que seul le port de lunettes de protection soit nécessaire.

Etant donné que les yeux sont déjà mis en danger par des rayonnements de relativement faible puissance (effet focalisant, dommage irréversible), toutes les personnes se trouvant dans la zone de risque laser lors de manipulations sur des installations laser des classes 3B et 4 devraient porter des lunettes de protection laser ou des lunettes de réglage laser. Leurs yeux sont ainsi protégés en cas d'exposition dangereuse accidentelle.

Contrôle des yeux

Un contrôle préventif des yeux n'est pas nécessaire.

Lunettes de protection laser

Les lunettes de protection laser atténuent le rayon du laser pour lequel elles sont conçues, au moins jusqu'à la valeur limite du rayonnement accessible de la classe 1, resp. à l'exposition maximale permise (EMP) selon CEI-825, tableau VI.

Lunettes de réglage laser

Les lunettes de réglage laser atténuent le faisceau du laser pour lequel elles sont conçues, au moins jusqu'à la valeur limite du rayonnement accessible de la classe 2. Des rayonnements diffus peuvent encore être visibles avec des lunettes de réglage laser, ce qui n'est pas le cas avec des lunettes de protection laser.

Attention: afin de garantir une vision aussi bonne que possible pour le travail, la bande d'absorption des lunettes de protection laser et de réglage est très étroite. De ce fait, des lunettes données ne peuvent, généralement, pas être utilisées pour tous les types de laser, mais seulement pour celui pour lequel elles sont prévues. Des instructions pour le dimensionnement des lunettes de protection laser et des lunettes de réglage peuvent être obtenues auprès de la CNA, à Lucerne, comme communications de la section physique.

Marquage des lunettes de protection

Le degré de protection et le domaine spectral d'efficacité doivent être inscrit de manière claire sur les lunettes de protection laser et les lunettes de réglage laser.

#### Au ch. 5.4.1 Rayon laser pour l'usinage

Un blindage complet doit être prévu si des matériaux fortement réfléchissants sont usinés ou si le faisceau laser d'usinage effectue des mouvements tridimensionnels.

Une zone délimitée par des éléments construits, conçue de telle manière que personne ne puisse y pénétrer durant le processus d'usinage, est aussi considérée comme blindage.

#### Au ch. 5.4.4 Rayonnement diffus

##### Laser CO<sub>2</sub> (10.6 mm)

Comme le rayonnement infrarouge de grande longueur d'onde ne pénètre pas dans l'œil il n'y a pas d'effet focal renforcé. Un faible rayonnement diffus pouvant s'échapper dans l'espace environnant lors de l'usinage par laser CO<sub>2</sub> ne peut pas endommager l'œil sans être remarqué; en effet, l'effet chauffant du rayonnement infrarouge serait ressenti sur la peau avant qu'un dommage ne se produise. Toutefois, en raison des projections d'étincelles, l'usinage ne devrait pas se faire sans protection pour les yeux. Les lunettes médicales ordinaires, les lunettes de protection contre les éclats et les lunettes contre les éblouissements agissent comme filtre pour les radiations infrarouges lointaines et, par conséquent, elles ne laissent pas traverser le rayonnement diffus des lasers CO<sub>2</sub>.

De telles lunettes ne résisteraient cependant qu'un temps extrêmement court lors d'une irradiation directe.

##### Laser Nd-YAG (1.06 mm)

Contrairement à celui du laser CO<sub>2</sub>, le rayonnement diffus du laser Nd-YAG présente un danger pour les yeux. Le rayonnement diffus invisible traverse les verres de lunettes et le cristallin et peut être ainsi focalisé sur la rétine. Si un matériau est usiné par un laser Nd-YAG qui n'est pas entièrement blindé, toutes les personnes présentes doivent porter des lunettes de protection laser. Pour éviter la confusion entre les lunettes contre l'éblouissement et les lunettes de protection laser, les lunettes contre l'éblouissement devraient être placées devant les lunettes de protection laser. Des lunettes de protection contre le rayonnement diffus seront dimensionnées en fonction de l'intensité du faisceau direct.

#### Au ch. 5.4.5 Rayonnement secondaire

Lorsqu'un rayon laser puissant atteint des matériaux de faible conductibilité thermique, des températures très élevées sont atteintes très rapidement au point d'impact, ce qui peut conduire à une intense production de lumière non cohérente. Cette lumière peut provoquer un éblouissement prolongé et, par conséquent, une diminution provisoire de l'acuité visuelle. Comme les lunettes de protection laser n'absorbent en général que dans une bande étroite, elles n'offrent aucune protection contre le rayonnement secondaire.

Dans les secteurs d'activité pour lesquels les faisceaux laser sont régulièrement utilisés pour l'usinage de matériaux par fusion, vaporisation, ou carbonisation, des lunettes de protection contre l'éblouissement devraient être portées (éventuellement en plus des lunettes de protection). Les indices de protection utilisés pour le rayonnement des flammes ou des brasures peuvent convenir (essayer les degrés 1, 7 à 4). Les yeux seront ainsi également protégés contre les étincelles.

#### Au ch. 5.4.6 Protection contre les vapeurs, poussières, gaz et fumées

Si, lors de l'utilisation d'installations laser, des vapeurs, des poussières, des gaz ou des fumées sont produits, il faut contrôler leur danger pour la santé. Dans tous les cas, l'utilisateur doit veiller, par des mesures appropriées, comme une aspiration locale, à ce que les valeurs admissibles sur la place de travail selon la liste de valeurs MAC, form. CNA 1903 (valeurs limites d'exposition aux postes de travail) ne soient pas dépassées.

#### Au ch. 6.1 Contrôle des dispositifs de protection

Des contrôles périodiques doivent permettre que tous les dispositifs de sécurité remplissent à chaque instant leur mission de sécurité. L'intervalle entre les contrôles doit être fixé de manière à ce qu'une diminution de l'efficacité de production puisse être décelée à temps.

