

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

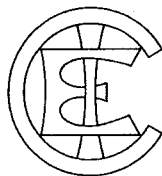
INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 825

Première édition — First edition
1984

**Sécurité du rayonnement des appareils à laser, classification des matériels,
prescriptions et guide de l'utilisateur**

**Radiation safety of laser products, equipment classification,
requirements and user's guide**



© CEI 1984

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe
Genève, Suisse

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

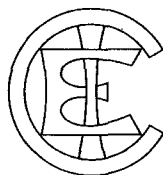
INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 825

Première édition — First edition
1984

**Sécurité du rayonnement des appareils à laser, classification des matériels,
prescriptions et guide de l'utilisateur**

**Radiation safety of laser products, equipment classification,
requirements and user's guide**



© CEI 1984

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Définitions	10

SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS DE FABRICATION

4. Spécifications techniques	24
4.1 Remarques générales	24
4.2 Capot de protection	26
4.3 Verrouillages de sécurité	26
4.4 Connecteur de verrouillage à distance	28
4.5 Commande à clé	28
4.6 Avertissement d'émission de rayonnement laser	28
4.7 Arrêt de faisceau ou atténuateur	28
4.8 Commandes	28
4.9 Optiques d'observation	30
4.10 Sécurité de balayage	30
5. Etiquetage	30
5.1 Généralités	30
5.2 Classe 1	30
5.3 Classe 2	30
5.4 Classe 3A	30
5.5 Classe 3B	32
5.6 Classe 4	32
5.7 Plaque indicatrice d'ouverture	32
5.8 Information sur le rayonnement émis	32
5.9 Plaques indicatrices pour les panneaux d'accès	32
5.10 Avertissement pour rayonnement laser invisible	34
6. Autres prescriptions relatives aux renseignements à fournir	34
6.1 Renseignements pour l'utilisateur	34
6.2 Renseignements pour l'achat et l'entretien	36
7. Prescriptions additionnelles pour appareils à laser spécifiques	36
7.1 Appareils à laser médicaux	36
7.2 Système de transmission laser à fibre optique	36
8. Essais	38
8.1 Généralités	38
8.2 Mesures des niveaux de rayonnement laser en vue de déterminer la classification	38
9. Classification	40
9.1 Introduction	40
9.2 Définition des classes laser	40
9.3 Procédure de classification	42
9.4 Laser à impulsions répétitives ou modulées	44

CONTENTS

	Pages
FOREWORD	7
PREFACE	7

SECTION ONE — GENERAL

Clause		Pages
1. Scope		9
2. Object		9
3. Definitions		11

SECTION TWO — MANUFACTURING REQUIREMENTS

4. Engineering specifications		25
4.1 General remarks		25
4.2 Protective housing		27
4.3 Safety interlocks		27
4.4 Remote interlock connector		29
4.5 Key control		29
4.6 Laser radiation emission warning		29
4.7 Beam stop or attenuator		29
4.8 Controls		29
4.9 Viewing optics		31
4.10 Scanning safeguard		31
5. Labelling		31
5.1 General		31
5.2 Class 1		31
5.3 Class 2		31
5.4 Class 3A		31
5.5 Class 3B		33
5.6 Class 4		33
5.7 Aperture label		33
5.8 Radiation output information		33
5.9 Labels for access panels		33
5.10 Warning for invisible laser radiation		35
6. Other informational requirements		35
6.1 Information for the user		35
6.2 Purchasing and servicing information		37
7. Additional requirements for specific laser products		37
7.1 Medical laser products		37
7.2 Laser fibre optic transmission system		37
8. Tests		39
8.1 General		39
8.2 Measurements of laser radiation for determining classification		39
9. Classification		41
9.1 Introduction		41
9.2 Definition of laser classes		41
9.3 Classification procedure		43
9.4 Repetitively pulsed or modulated lasers		45

SECTION TROIS — GUIDE DE L'UTILISATEUR

Articles	Pages
10. Mesures de sécurité	58
10.1 Généralités	58
10.2 Emploi du connecteur de verrouillage à distance	58
10.3 Commande à clé	58
10.4 Arrêt de faisceau ou atténuateur	58
10.5 Panneaux avertisseurs	60
10.6 Trajets des faisceaux	60
10.7 Réflexions spéculaires	60
10.8 Protection des yeux	60
10.9 Vêtements de protection	62
10.10 Formation	62
10.11 Surveillance médicale	64
11. Risques pouvant résulter du fonctionnement des lasers	64
11.1 Contamination de l'atmosphère	64
11.2 Dangers du rayonnement connexe	64
11.3 Risques électriques	64
11.4 Agents cryogènes	66
11.5 Autres risques	66
12. Procédures de contrôle des risques	66
12.1 Généralités	66
12.2 Evaluation du risque pour les lasers des classes 3B et 4 utilisés à l'extérieur	66
12.3 Protection individuelle	68
12.4 Démonstrations, affichages et spectacles utilisant des lasers	68
12.5 Installations des lasers de laboratoire et d'atelier	68
12.6 Installations des lasers de chantier et de construction	70
13. Expositions maximales permises	74
13.1 Remarques générales	74
13.2 Diaphragme limite	76
13.3 Lasers modulés ou à impulsions répétitives	76
FIGURES	88
ANNEXE A — Exemples de calcul	100
ANNEXE B — Considérations médicales	120
ANNEXE C — Bibliographie	130
ANNEXE D — Tableaux récapitulatifs	132

SECTION THREE — USER'S GUIDE

Clause	Page
10. Safety precautions	59
10.1 General	59
10.2 Use of remote interlock connector	59
10.3 Key control	59
10.4 Beam stop or attenuator	59
10.5 Warning signs	61
10.6 Beam paths	61
10.7 Specular reflections	61
10.8 Eye protection	61
10.9 Protective clothing	63
10.10 Training	63
10.11 Medical supervision	65
11. Hazards incidental to laser operation	65
11.1 Atmospheric contamination	65
11.2 Collateral radiation hazards	65
11.3 Electrical hazards	65
11.4 Cryogenic coolants	67
11.5 Other hazards	67
12. Procedures for hazard control	67
12.1 General	67
12.2 Hazard evaluation for Class 3B and Class 4 lasers used outdoors	67
12.3 Personal protection	69
12.4 Laser demonstrations, displays and exhibitions	69
12.5 Laboratory and workshop laser installations	69
12.6 Outdoor and construction laser installations	71
13. Maximum permissible exposures	75
13.1 General remarks	75
13.2 Limiting apertures	77
13.3 Repetitively pulsed or modulated lasers	77
FIGURES	88
APPENDIX A — Examples of calculations	101
APPENDIX B — Medical considerations	121
APPENDIX C — Bibliography	131
APPENDIX D — Summary tables	133

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SÉCURITÉ DU RAYONNEMENT DES APPAREILS À LASER,
CLASSIFICATION DES MATÉRIELS,
PRESCRIPTIONS ET GUIDE DE L'UTILISATEUR**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 76 de la CEI: Matériels laser.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
76(BC)6	76(BC)7	76(BC)8	76(BC)11

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants, mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications n°s 27-1 (1971): Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique. Première partie: Généralités.
50(45) (1970): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 45: Eclairage.

Autres publication citée:

Norme ISO 1000 (1981): Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RADIATION SAFETY OF LASER PRODUCTS,
EQUIPMENT CLASSIFICATION,
REQUIREMENTS AND USER'S GUIDE**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as normal conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 76: Laser Equipment.

The text of this standard is based upon the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
76(CO)6	76(CO)7	76(CO)8	76(CO)11

Further information can be found in the relevant Reports on Voting indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 27-1 (1971): Letter Symbols to be Used in Electrical Technology, Part. 1: General.
50(45) (1970): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 45: Lighting.

Other publication quoted:

ISO Standard 1000 (1981): SI Units and Recommendations for the Use of Their Multiples and of Certain Other Units.

SÉCURITÉ DU RAYONNEMENT DES APPAREILS À LASER, CLASSIFICATION DES MATÉRIELS, PRESCRIPTIONS ET GUIDE DE L'UTILISATEUR

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme est relative au rayonnement émis par les appareils à laser. Les spécifications pour la sécurité électrique sont détaillées dans une autre norme de la CEI, qui est à l'étude. Par commodité la présente norme a été divisée en trois sections séparées : section un (généralités) et les annexes (qui présentent un intérêt pour tout utilisateur), section deux (prescriptions de fabrication), et section trois (guide de l'utilisateur)¹⁾.

Un appareil à laser peut se composer d'un seul laser avec ou sans dispositif d'alimentation séparé, ou bien il peut comporter un ou plusieurs lasers dans un système complexe optique, électrique ou mécanique. Des appareils à laser sont utilisés classiquement pour la démonstration des phénomènes physiques et optiques, pour le travail des matériaux, pour la lecture et le stockage des données, la transmission et la visualisation de l'information, etc. De tels systèmes sont utilisés dans l'industrie, le commerce, le spectacle, la recherche, l'enseignement et la médecine. Cependant, les appareils à laser qui sont vendus à d'autres fabricants pour être utilisés en tant que composants d'un matériel quelconque destiné à une vente ultérieure ne sont pas soumis à la présente norme, étant donné que l'appareil final sera, lui-même, soumis à cette norme.

Les valeurs des EMP (expositions maximales permises) de cette norme ont été établies pour le rayonnement laser et ne s'appliquent pas au rayonnement connexe. Les valeurs des EMP ne sont pas applicables à l'exposition d'un patient au rayonnement laser dans le but d'un traitement médical.

Note. — Les annexes A à D ont été incluses afin de fournir un guide général et de donner plusieurs cas pratiques. Cependant, les annexes ne doivent pas être considérées comme définitives ou exhaustives et il faudrait toujours faire référence à l'article ou aux articles appropriés de la section un à la section trois.

2. Objet

- 2.1 Protéger les personnes contre le rayonnement laser dans la gamme de longueurs d'onde allant de 200 nm à 1 mm²⁾, en indiquant les niveaux du rayonnement laser accessibles sans danger et en introduisant un système de classification des lasers et des appareils à laser compte tenu du degré de risque qu'ils présentent.
- 2.2 Etablir des prescriptions, tant pour l'utilisateur que pour le fabricant, en vue de déterminer les procédures et de fournir les informations nécessaires pour que des précautions adéquates puissent être prises.

¹⁾ Certains pays ont des spécifications qui sont différentes de celles qui sont énoncées dans cette norme. En conséquence, l'agence nationale appropriée doit être contactée pour ces spécifications.

²⁾ Dans la présente norme, le domaine de longueurs d'onde λ_1 à λ_2 signifie $\lambda_1 \leq \lambda < \lambda_2$ (par exemple 200 nm à 1 mm signifie 200 nm $\leq \lambda < 1$ mm).

RADIATION SAFETY OF LASER PRODUCTS, EQUIPMENT CLASSIFICATION, REQUIREMENTS AND USER'S GUIDE

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard is applicable to radiation from laser products. The requirements for electrical safety are detailed in another IEC standard under consideration. For convenience this standard has been divided into three separate sections: Section One (General) and the appendices (of interest to all concerned); Section Two (Manufacturing requirements); and Section Three (User's Guide)¹⁾.

A laser product may consist of a single laser with or without a separate power supply or may incorporate one or more lasers in a complex optical, electrical, or mechanical system. Typically, laser products are used for demonstration of physical and optical phenomenon; material processing; data reading and storage; transmission and display of information; etc. Such systems have found use in industry, business, entertainment, research, education and medicine. However, laser products which are sold to other manufacturers for use as components of any system for subsequent sale are not subject to this standard, since the final product will itself be subject to this standard.

The MPE (maximum permissible exposure) values of this standard were developed for laser radiation and do not apply to collateral radiation. The MPE values shall not be applicable to patient exposure to laser radiation for the purpose of medical treatment.

Note. — Appendices A to D have been included for purposes of general guidance and to illustrate many typical cases. However, the appendices must not be regarded as definitive or exhaustive and reference should always be made to the appropriate clause(s) in Sections One to Three.

2. Object

- 2.1 To protect persons from laser radiation in the wavelength range 200 nm to 1 mm²⁾ by indicating safe working levels of laser radiation and by introducing a system of classification of lasers and laser products according to their degree of hazard.
- 2.2 To lay down requirements for both user and manufacturer to establish procedures and supply information so that proper precautions can be adopted.

¹⁾ Some countries have requirements which differ from this standard. Therefore, contact the appropriate national agency for these requirements.

²⁾ In this standard, the wavelength range λ_1 to λ_2 means $\lambda_1 \leq \lambda < \lambda_2$ (e.g. 200 nm to 1 mm means $200 \text{ nm} \leq \lambda < 1 \text{ mm}$).

- 2.3 Assurer aux personnes une mise en garde appropriée contre les risques associés au rayonnement accessible des appareils à laser, par signalisation, étiquetage et instructions.
- 2.4 Diminuer la possibilité d'accident en réduisant au minimum le rayonnement accessible non utile, procurer un meilleur contrôle du rayonnement laser par des procédures de protection et assurer une utilisation sans danger des appareils à laser en spécifiant les mesures à prendre par l'utilisateur.

3. Définitions*

Les définitions suivantes sont applicables pour les besoins de la présente norme.

3.1 *Panneau d'accès*

Une partie du capot ou de l'enceinte de protection qui permet l'accès au rayonnement laser lorsqu'elle est retirée ou déplacée.

3.2 *Limite d'émission accessible (LEA)*

Niveau maximal d'émission accessible permis dans une classe particulière.

3.3 *Moyens de contrôle administratif*

Mesures de sécurité d'un type non technique, telles que: supervision par clé, entraînement du personnel dans le domaine de la sécurité, notes de mise en garde, procédures de compte à rebours, et contrôle par zone de sécurité.

3.4 *Appareil à laser d'alignement*

L'appareil à laser conçu, fabriqué, prévu ou diffusé pour un ou plusieurs des usages suivants:

- a) détermination et tracé d'une forme, de l'étendue ou de la position d'un point, d'un solide ou d'une surface en effectuant des mesures angulaires,
- b) positionnement ou ajustement correct de parties les unes par rapport aux autres,
- c) définition d'un plan, d'un niveau, d'une hauteur ou d'une ligne droite.

3.5 *Alpha min. ($\alpha_{\min}$)*

Voir *Diamètre apparent limite*, paragraphe 3.39.

3.6 *Ouverture*

Toute ouverture dans le capot de protection ou dans une autre enceinte d'un appareil à laser, à travers laquelle est émis le rayonnement laser permettant l'accès humain à un tel rayonnement.

3.7 *Diaphragme*

Ouverture définissant la surface sur laquelle le rayonnement est mesuré.

* Pour plus de commodité, on les a disposées dans l'ordre alphabétique anglais. Des divergences par rapport à la Publication 50(45) de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 45: Eclairage, sont voulues et signalées.

- 2.3 To ensure adequate warning to individuals of hazards associated with accessible radiation from laser products through signs, labels and instructions.
- 2.4 To reduce the possibility of injury by minimizing unnecessary accessible radiation and to give improved control of the laser radiation through protective features and provide safe usage of laser products by specifying user control measures.

3. Definitions*

For the purposes of this standard, the following definitions apply.

3.1 Access panel

A part of the protective housing or enclosure which provides access to laser radiation when removed or displaced.

3.2 Accessible emission limit (AEL)

The maximum accessible emission level permitted within a particular class.

3.3 Administrative control

Safety measures of a non-engineering type such as: key supervision, safety training of personnel, warning notices, count-down procedures, and range safety controls.

3.4 Alignment laser product

The laser product designed, manufactured, intended or promoted for one or more of the following uses:

- a) determining and delineating the form, extent or position of a point, body or area by taking angular measurements,
- b) positioning or adjusting parts in proper relation to one another,
- c) defining a plane, level, elevation or straight line.

3.5 Alpha min. (α_{min})

See *Limiting angular subtense*, Sub-clause 3.39.

3.6 Aperture

Any opening in the protective housing or other enclosure of a laser product through which laser radiation is emitted, thereby, allowing human access to such radiation.

3.7 Aperture stop

An opening serving to define the area over which radiation is measured.

* Arranged here for convenience in English alphabetical order. Departures from IEC Publication 50(45): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 45: Lighting, are intentional and are indicated.

3.8 Divergence du faisceau (faisceau gaussien)

Pour les besoins de l'évaluation du danger, c'est l'angle plan du cône moyen de rayons qui dans toute section droite contient 63 % de la puissance totale (ou de l'énergie) du faisceau. Le diamètre du cercle dans chaque section droite est le diamètre du faisceau dans cette section. Le cercle est la courbe formée par les points où l'intensité de puissance (ou d'énergie) tombe à $1/e$ de sa valeur centrale maximale. Si les diamètres de faisceau sont d_1 et d_2 mètres en des points distants de x mètres, la divergence du faisceau en radians est donnée par :

$$\frac{(d_2 - d_1)}{x}$$

3.9 Système optique afocal

Combinaison d'éléments optiques destinés à augmenter le diamètre d'un faisceau laser.

3.10 Appareil à laser de classe 1

Tout appareil à laser qui ne permet pas l'accès humain à un rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible de la classe 1 pour les longueurs d'onde et les durées d'émission applicables (voir paragraphe 9.2).

3.11 Appareil à laser de classe 2

Tout appareil à laser qui :

- a) permet l'accès humain au rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible de la classe 1 mais n'excédant pas les limites d'émission accessible de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'ondes comprise entre 400 nm et 700 nm;
- b) ne permet pas l'accès humain à un rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible de la classe 1 pour toute autre longueur d'onde (voir paragraphe 9.2).

3.12 Appareils à laser des classes 3A et 3B

Tout appareil à laser qui permet l'accès humain à un rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible de la classe 1 et de la classe 2, suivant le cas, mais qui ne permet pas l'accès humain au rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible des classes 3A et 3B (respectivement) pour toute durée d'émission et longueur d'onde (voir paragraphe 9.2).

3.13 Appareils à laser de classe 4

Tout appareil à laser qui permet l'accès humain au rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible de la classe 3B (voir paragraphe 9.2).

3.14 Rayonnement connexe

Tout rayonnement électromagnétique dans la gamme de longueurs d'onde comprise entre 200 nm et 1 mm, excepté le rayonnement laser émis par un appareil à laser comme résultat du, ou physiquement nécessaire pour le, fonctionnement d'un laser.

3.15 Faisceau collimaté

Faisceau de rayonnement « parallèle » à très faible divergence ou convergence.

3.16 Emission continue

Emission d'un laser fonctionnant en continu et non pas en impulsion. Dans la présente norme, un laser émettant de façon continue pendant une durée supérieure à 0,25 s est considéré comme un laser à émission continue.

3.8 *Beam divergence (Gaussian beam)*

For purposes of hazard assessment it is the plane angle of the mean cone of rays which in any cross-section encloses 63% of the total beam power (or energy). The diameter of the circle in any cross-section is the beam diameter at that point. The circle is the separation of points where the power (or energy) intensity falls to $1/e$ of its central peak value. If the beam diameters are d_1 and d_2 metres at points x metres apart the beam divergence in radians is given by:

$$\frac{(d_2 - d_1)}{x}$$

3.9 *Beam expander*

A combination of optical elements which will increase the diameter of a laser beam.

3.10 *Class 1 laser product*

Any laser product which does not permit human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 1 for applicable wavelengths and emission duration (see Sub-clause 9.2).

3.11 *Class 2 laser product*

Any laser product which:

- a) permits human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 1, but not in excess of the accessible emission limits of Class 2 in the wavelength range from 400 nm to 700 nm;
- b) does not permit human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 1 for any other wavelength (see Sub-clause 9.2).

3.12 *Class 3A and Class 3B laser product*

Any laser product which permits human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 1 and Class 2 as applicable, but which does not permit human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Classes 3A and 3B (respectively) for any emission duration and wavelength (see Sub-clause 9.2).

3.13 *Class 4 laser product*

Any laser product which permits human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 3B (see Sub-clause 9.2).

3.14 *Collateral duration*

Any electromagnetic radiation, within the wavelength range between 200 nm and 1 mm, except laser radiation emitted by a laser product as a result of, or physically necessary for, the operation of a laser.

3.15 *Collimated beam*

A "parallel" beam of radiation with very small angular divergence or convergence.

3.16 *Continuous wave (CW)*

The output of a laser which is operated in a continuous rather than pulsed mode. In this standard, a laser operating with a continuous output for a period greater than 0.25 s is regarded as a CW laser.

3.17 *Appareil à laser de démonstration*

Tout appareil à laser conçu, fabriqué, prévu ou diffusé pour les besoins de démonstration, spectacle, publicité, visualisation ou composition artistique. L'expression «appareil à laser de démonstration» ne s'applique pas aux appareils à laser qui ont été conçus pour et destinés à d'autres applications, bien qu'ils puissent être utilisés pour la démonstration de ces applications.

3.18 *Réflexion diffuse*

Changement de la répartition spatiale d'un faisceau de rayonnement lorsqu'il est diffusé dans plusieurs directions par une surface ou un milieu. Un diffuseur parfait détruit toute corrélation entre les directions des rayonnements incidents et émergents.

Note. — Cette définition diffère de celle du VEI 45-20-015.

3.19 *Appareil avec laser incorporé*

Dans cette norme, un appareil à laser auquel, par suite de dispositifs techniques limitant les émissions accessibles, on a assigné une classe inférieure à celle dont le laser incorporé serait justifiable.

3.20 *Durée d'émission*

Durée d'une impulsion, d'un train ou d'une série d'impulsions ou d'un fonctionnement continu, pendant laquelle l'accès humain à un rayonnement pourrait survenir en cours d'utilisation, d'entretien ou de réglage d'un appareil à laser.

3.21 *Temps d'exposition*

Durée d'une impulsion, d'une série ou d'un train d'impulsions ou d'une émission continue du rayonnement laser reçu par le corps humain.

3.22 *Source étendue*

Source de rayonnement laser qui est vue par l'observateur sous un angle supérieur au diamètre apparent limite ($\alpha_{\min}$).

Note. — La source peut être un faisceau laser vu directement ou indirectement après réflexion spéculaire ou diffuse.

3.23 *Système à sécurité positive*

Un tel système est conçu de façon que le défaut d'un composant n'accroît pas le risque. En cas de défaut, le système est rendu inopérant ou sans danger.

3.24 *Verrouillage à sécurité positive*

Un verrouillage qui, en cas de défaut, ne rend pas inopérante l'action prévue, par exemple un verrouillage qui est mis dans la position arrêt aussitôt qu'un capot monté sur charnière commence à s'ouvrir, ou avant qu'un capot mobile soit enlevé et qui est positivement maintenu dans la position arrêt jusqu'à ce que le capot monté sur charnière soit fermé ou que le capot mobile soit verrouillé en position fermée.

3.25 *Accès humain*

Possibilité pour une partie du corps humain de recevoir un rayonnement laser dangereux, soit le rayonnement émis à partir d'une ouverture, soit par renvoi de l'intérieur d'un capot, à l'extérieur, à l'aide d'un réflecteur ou d'un guide optique, soit par insertion d'une partie du corps au travers d'une ouverture dans une enceinte à l'intérieur d'un système laser, soit par un mode de défaut de l'équipement laser.

3.17 *Demonstration laser product*

Any laser product designed, manufactured, intended or promoted for purposes of demonstration, entertainment, advertising, display or artistic composition. The term "demonstration laser product" does not apply to laser products which are designed and intended for other applications, although they may be used for demonstrating those applications.

3.18 *Diffuse reflection*

Change of the spatial distribution of a beam of radiation when it is scattered in many directions by a surface or medium. A perfect diffuser destroys all correlation between the directions of the incident and emergent radiation.

Note. — This definition is different from IECV 45-20-015.

3.19 *Embedded laser product*

In this standard a laser product which, because of engineering features limiting the accessible emissions, has been assigned a class number lower than the inherent capability of the laser incorporated.

3.20 *Emission duration*

The temporal duration of a pulse, of a train or series of pulses, or of continuous operation, during which human access to laser radiation could occur as a result of operation, maintenance or servicing of a laser product.

3.21 *Exposure time*

The duration of a pulse, or series, or train of pulses or of continuous emission of laser radiation incident upon the human body.

3.22 *Extended source*

A source of laser radiation which subtends an angle at the eye greater than the limiting angular subtense ($\alpha_{\min}$).

Note. — The source may be a laser beam viewed directly or indirectly by specular or diffuse reflection.

3.23 *Fail safe*

The design consideration in which failure of a component does not increase the hazard. In the failure mode the system is rendered inoperative or non-hazardous.

3.24 *Fail safe safety interlock*

An interlock which in the failure mode does not defeat the purpose of the interlock, for example an interlock which is positively driven into the OFF position as soon as a hinged cover begins to open, or before a detachable cover is removed, and which is positively held in the OFF position until the hinged cover is closed or the detachable cover is locked in the closed position.

3.25 *Human access*

Capability for a part of the human body to meet hazardous laser radiation either as emitted from an aperture, by redirection from within a housing to the outside by the use of a reflector or optical guide or by insertion of part of the body through an enclosure port into the interior of the laser system; or by a failure mode of the laser equipment.

3.26 *Luminance intégrée*

Intégrale de la luminance pendant une durée d'exposition déterminée, exprimée en énergie rayonnante par unité de surface d'une surface émissive et par unité d'angle solide de l'émission (exprimée couramment en $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$).

3.27 *Vision dans le faisceau*

Toutes les conditions de vision, dans lesquelles l'œil est exposé au rayonnement du laser autres que la vision d'une source étendue.

3.28 *Eclairement énergétique*

En un point d'une surface, le quotient du flux énergétique reçu par un élément de la surface contenant le point, par l'aire de cet élément.

Symbole: E_e , E

$$E = \frac{d\Phi_e}{dA}$$

Unité SI: watt par mètre carré ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

3.29 *Laser*

Tout dispositif que l'on peut réaliser pour produire ou amplifier un rayonnement électromagnétique compris dans la gamme de longueurs d'onde de 200 nm à 1 mm essentiellement par le phénomène d'émission stimulée contrôlée.

3.30 *Zone laser contrôlée*

Zone où la présence et l'activité des personnes qui s'y trouvent sont soumises à un contrôle et à une surveillance en vue de la protection contre les risques du rayonnement.

3.31 *Alimentation laser*

Tout dispositif conçu pour être utilisé en liaison avec un laser afin de fournir de l'énergie pour l'excitation d'électrons, d'ions ou de molécules. Des sources d'énergie d'utilisation générale telles qu'un réseau d'alimentation électrique ou des batteries ne doivent pas être considérées comme constituant des alimentations laser.

3.32 *Zone de risque laser*

Voir *Zone nominale de risque optique* (paragraphe 3.46).

3.33 *Système de transmission laser à fibre optique*

Un système incluant un ou plusieurs émetteurs laser en association avec un câble de fibres optiques.

3.34 *Appareil à laser*

Tout appareil ou toute combinaison de composants qui constitue, incorpore ou est destiné à incorporer un laser ou un système à laser et qui n'est pas vendu à un autre fabricant pour être utilisé en tant que composant (ou pour remplacer un tel composant) d'un appareil électronique.

3.35 *Rayonnement laser*

Tout rayonnement électromagnétique émis par un appareil à laser, compris dans la gamme de longueurs d'onde de 200 nm à 1 mm, qui est produit par l'émission stimulée contrôlée.

3.26 *Integrated radiance*

The integral of the radiance over a given exposure time expressed as radiant energy per unit area of a radiating surface per unit solid angle of emission (usually expressed in $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$).

3.27 *Intrabeam viewing*

All viewing conditions whereby the eye is exposed to laser radiation, other than extended source viewing.

3.28 *Irradiance*

At a point on a surface, the quotient of the radiant flux incident on an element of a surface containing the point by the area of that element.

Symbol: E_e , E

$$E = \frac{d\Phi_e}{dA}$$

SI units: watt per square metre ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

3.29 *Laser*

Any device which can be made to produce or amplify electromagnetic radiation in the wavelength range from 200 nm to 1 mm primarily by the process of controlled stimulated emission.

3.30 *Laser controlled area*

An area where the occupancy and activity of those within is subject to control and supervision for the purpose of protection from radiation hazards.

3.31 *Laser energy source*

Any device intended for use in conjunction with a laser to supply energy for the excitation of electrons, ions or molecules. General energy sources such as electrical supply mains or batteries shall not be considered to constitute laser energy sources.

3.32 *Laser hazard area*

See *Nominal ocular hazard area* (Sub-clause 3.46).

3.33 *Laser fibre optic transmission system*

A system consisting of one or more laser transmitters and associated fibre optic cable.

3.34 *Laser product*

Any product or assembly of components which constitutes, incorporates or is intended to incorporate a laser or laser system, and which is not sold to another manufacturer for use as a component (or replacement for such component) of an electronic product.

3.35 *Laser radiation*

All electromagnetic radiation emitted by a laser product between 200 nm and 1 mm which is produced as a result of controlled stimulated emission.

3.36 *Responsable de sécurité laser*

Une personne possédant les connaissances nécessaires pour évaluer et contrôler les risques présentés par les lasers et qui est responsable de la supervision du contrôle de ces risques.

3.37 *Système à laser*

Laser associé à une alimentation laser appropriée avec ou sans composants supplémentaires incorporés.

3.38 *Appareils à laser de nivellement*

Voir *Appareil à laser d'alignement*, paragraphe 3.4.

3.39 *Diamètre apparent limite ($\alpha_{\min}$)*

Diamètre apparent d'une source laser ou d'une réflexion diffuse, vue par l'œil de l'observateur; ce diamètre apparent est employé pour marquer la différence entre la vision dans le faisceau et la vision d'une source étendue. Voir figure 8, page 90. Ce concept est discuté dans l'annexe B.

3.40 *Diaphragme limite*

Surface circulaire sur laquelle la moyenne d'un éclairage ou d'une exposition énergétique doit être établie.

3.41 *Entretien*

Exécution des réglages et procédures spécifiés dans les instructions à l'usage de l'utilisateur fournies par le fabricant avec l'appareil à laser, qui doivent être exécutés par l'utilisateur pour assurer le fonctionnement normal de l'appareil. Il ne comprend pas l'utilisation normale et le réglage.

3.42 *Emission maximale*

Valeur maximale de la puissance de rayonnement et, éventuellement, valeur maximale de l'énergie de rayonnement par impulsion du rayonnement laser total accessible émis dans une direction quelconque par un appareil à laser dans le domaine total de ses possibilités opérationnelles à n'importe quel moment après sa réalisation.

3.43 *Exposition maximale permise (EMP)*

Niveau du rayonnement laser auquel des personnes peuvent être exposées dans les conditions normales sans subir des effets nuisibles. Les niveaux EMP représentent le niveau maximal auquel l'œil ou la peau peuvent être exposés sans subir un dommage consécutif immédiatement ou après une longue durée; ces niveaux sont en rapport avec la longueur d'onde du rayonnement, la durée d'impulsion ou le temps d'exposition, le tissu exposé et, en ce qui concerne le rayonnement visible et le proche infrarouge dans le domaine 400 nm à 1 400 nm, avec la dimension de l'image rétinienne. Les niveaux de l'exposition maximale permise sont (dans l'état des connaissances actuelles) spécifiés dans l'article 13. L'annexe A donne des exemples de calcul des niveaux d'EMP.

3.44 *Appareil à laser médical*

Tout appareil à laser fabriqué, conçu, prévu ou diffusé dans le but d'irradier une partie quelconque du corps humain à des fins de diagnostic *in vivo*, chirurgicales ou thérapeutiques.

3.36 *Laser safety officer*

One who is knowledgeable in the evaluation and control of laser hazards and has responsibility for oversight of the control of laser hazards.

3.37 *Laser system*

A laser in combination with an appropriate laser energy source with or without additional incorporated components.

3.38 *Levelling laser product*

See *Alignment laser product*, Sub-clause 3.4.

3.39 *Limiting angular subtense ($\alpha_{\min}$)*

The visual grade subtended by a laser source or diffuse reflection at the eye of an observer which is used to differentiate between intrabeam and extended source viewing. See Figure 8, page 90. This concept is discussed in Appendix B.

3.40 *Limiting aperture*

The circular area over which irradiance and radiant exposure shall be averaged.

3.41 *Maintenance*

The performance of those adjustments or procedures specified in user information provided by the manufacturer with the laser product, which are to be performed by the user for the purpose of assuring the intended performance of the product. It does not include operation or service.

3.42 *Maximum output*

The maximum radiant power, and where applicable the maximum radiant energy per pulse, of the total accessible laser radiation emitted in any direction by a laser product over the full range of operational capability at any time after manufacture.

3.43 *Maximum permissible exposure (MPE)*

That level of laser radiation to which, under normal circumstances, persons may be exposed without suffering adverse effects. The MPE levels represent the maximum level to which the eye or skin can be exposed without consequential injury immediately or after a long time and are related to the wavelength of the radiation, the pulse duration or exposure time, the tissue at risk and, for visible and near infra-red radiation in the range 400 nm to 1400 nm, the size of the retinal image. Maximum Permissible Exposure levels are (in the existing state of knowledge) specified in Clause 13. Appendix A gives examples of the calculations of MPE levels.

3.44 *Medical laser product*

Any laser product designed, manufactured, intended or promoted for purposes of *in vivo* diagnostic, surgical, or therapeutic laser irradiation of any part of the human body.

3.45 *Blocage de mode*

Dispositif ou phénomène, à l'intérieur du résonateur laser, qui produit un train d'impulsions très courtes. Bien que cela puisse être une caractéristique provoquée intentionnellement, il peut également se produire spontanément en tant qu'«autoblocage de mode». Les puissances de crête qui en résultent peuvent être beaucoup plus grandes que la puissance moyenne.

3.46 *Zone nominale de risque optique (ZNRO)*

Zone à l'intérieur de laquelle l'éclairement où l'exposition énergétique dépasse l'exposition maximale permise (EMP) appropriée sur la cornée : elle inclut la possibilité de dépointage accidentel du faisceau laser. Si la ZNRO comprend la possibilité de vision assistée par utilisation d'aides optiques, elle sera désignée par «ZNRO étendue».

3.47 *Distance nominale de risque oculaire (DNRO)*

Distance pour laquelle l'éclairement où l'exposition énergétique tombe en dessous de l'exposition maximale permise (EMP) appropriée sur la cornée. Si la DNRO comprend la possibilité de vision assistée optiquement, elle est désignée par «DNRO étendue».

3.48 *Fonctionnement*

Fonctionnement de l'appareil à laser dans le domaine complet des fonctions auxquelles il est destiné. Il ne comprend pas l'entretien ou le réglage.

3.49 *Densité optique*

Logarithme décimal de l'inverse du facteur de transmission (VEI 45-20-100).

Symbole: D $D = -\log_{10} \tau$

3.50 *Enceinte de protection*

Moyen physique pour empêcher l'exposition humaine au rayonnement laser à moins qu'un tel accès ne soit nécessaire pour les fonctions prévues de l'installation.

3.51 *Capot de protection*

Les parties d'un appareil à laser (y compris un appareil dans lequel un laser incorporé est compris) qui sont conçues pour empêcher l'accès humain au rayonnement laser dépassant les LEA prescrites (généralement installé par un fabricant).

3.52 *Durée d'impulsion*

Intervalle de temps entre la montée et la descente d'une impulsion, mesuré à mi-hauteur en puissance.

3.53 *Laser impulsionnel*

Laser qui délivre son énergie sous forme d'une seule impulsion ou d'un train d'impulsions. Dans la présente norme, la durée d'une impulsion est inférieure à 0,25 s.

3.45 *Mode-locking*

A regular mechanism or phenomenon, within the laser resonator, producing a train of very short pulses. While this may be a deliberate feature it may also occur spontaneously as “self-mode-locking”. The resulting peak powers may be significantly greater than the mean power.

3.46 *Nominal ocular hazard area (NOHA)*

The area within which the beam irradiance or radiant exposure exceeds the appropriate corneal maximum permissible exposure (MPE), including the possibility of accidental misdirection of the laser beam. If the NOHA includes the possibility of viewing through optical aids, this is termed the “extended NOHA”.

3.47 *Nominal ocular hazard distance (NOHD)*

The distance at which the beam irradiance or radiant exposure falls below the appropriate corneal maximum permissible exposure (MPE). If the NOHD includes the possibility of optically-aided viewing, this is termed the “extended NOHD”.

3.48 *Operation*

The performance of the laser product over the full range of its intended functions. It does not include maintenance or service.

3.49 *Optical density*

Logarithm to base ten of the reciprocal of the transmittance (IEV 45-20-100).

Symbol: D

$$D = -\log_{10} \tau$$

3.50 *Protective enclosure*

A physical means for preventing human exposure to laser radiation unless such access is necessary for the intended functions of the installation.

3.51 *Protective housing*

Those portions of a laser product (including a product incorporating an embedded laser) which are designed to prevent human access to laser radiation in excess of the prescribed AEL (generally installed by a manufacturer).

3.52 *Pulse radiation*

The time increment measured between the half peak power points at the leading and trailing edges of a pulse.

3.53 *Pulsed laser*

A laser which delivers its energy in the form of a single pulse or a train of pulses. In this standard, the duration of a pulse is less than 0.25 s.

3.54 *Luminance énergétique*

Puissance du rayonnement d'une surface rayonnante par unité d'aire et par unité d'angle solide de l'émission.

Symbole: L
$$L = \frac{d^2\Phi}{d\Omega \cdot dA \cdot \cos\theta}$$

Unité SI: watt par stéradian et par mètre carré ($\text{W} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

Note. — Cette définition est une version simplifiée du VEI 45-05-150, suffisante pour les besoins de la présente norme.
En cas de doute, on suivra la définition du VEI.

3.55 *Energie de rayonnement*

Energie émise, transmise ou reçue sous forme de rayonnement (VEI 45-05-130).

Symbole: Q

Unité SI: joule (J)

3.56 *Exposition énergétique*

En un point d'une surface, énergie de rayonnement incidente sur un élément de surface divisée par l'aire de cet élément (exprimée usuellement en $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$).

Symbole: H
$$H = \frac{dQ}{dA} = \int E \, dt$$

Unité SI: joule par mètre carré ($\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$)

3.57 *Flux énergétique: puissance de rayonnement*

Puissance émise, transmise ou reçue sous forme de rayonnement (VEI 45-05-135).

Symbole: Φ_e, Φ, P
$$\Phi_e = \frac{dQ}{dt}$$

Unité SI: watt (W)

3.58 *Facteur de réflexion*

Rapport de la totalité du flux énergétique réfléchi à la totalité du flux incident (VEI 45-20-040).

Symbole: ρ

3.59 *Connecteur de verrouillage à distance*

Connecteur électrique qui permet la connexion des commandes extérieures séparées des autres composants de l'appareil à laser (voir paragraphe 4.4).

3.60 *Verrouillage de sécurité*

Dispositif automatique associé au capot de protection d'un appareil à laser dans le but d'empêcher l'accès humain à un rayonnement laser de classe 3 ou de classe 4 quand cette partie du capot est enlevée.

3.61 *Rayonnement laser à balayage*

Rayonnement laser ayant une direction, une origine ou un diagramme de rayonnement variables dans le temps par rapport à un système fixe de référence.

3.54 *Radiance*

The radiant power per unit area of a radiation surface per unit solid angle of emission.

Symbol: L

$$L = \frac{d^2\Phi}{d\Omega \cdot dA \cdot \cos\theta}$$

SI unit: watt per steradian per square metre ($\text{W} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

Note. — This definition is a simplified version of IEV 45-05-150, sufficient for the purpose of this standard. In cases of doubt the IEV definition should be followed.

3.55 *Radiant energy*

Energy emitted, transferred, or received in the form of radiation. (IEV 45-05-130.)

Symbol: Q

SI unit: joule (J)

3.56 *Radiant exposure*

At a point on a surface, the radiant energy incident on an element of a surface divided by the area of that element (usually expressed in $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$).

Symbol: H

$$H = \frac{dQ}{dA} = \int E \cdot dt$$

SI unit: joule per square metre ($\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$)

3.57 *Radiant flux; radiant power*

Power emitted, transferred, or received in the form of radiation (IEV 45-05-135).

Symbol: Φ_e, Φ, P

$$\Phi_e = \frac{dQ}{dt}$$

SI unit: watt (W)

3.58 *Reflectance*

The ratio of total reflected radiant power to total incident radiant power (IEV 45-20-040).

Symbol: ρ

3.59 *Remote interlock connector*

A connector which permits the connection of external controls placed apart from other components of the laser product (see Sub-clause 4.4).

3.60 *Safety interlock*

An automatic device associated with the protective housing of a laser product to prevent human access to Class 3 or Class 4 laser radiation when that portion of the housing is removed.

3.61 *Scanning laser radiation*

Laser radiation having a time-varying direction, origin or pattern of propagation with respect to a stationary frame of reference.

3.62 *Réglage*

Exécution des procédures ou réglages figurant dans le manuel de service du fabricant qui peuvent influencer sur un aspect quelconque des caractéristiques de l'appareil. Le réglage ne comprend pas l'entretien et le fonctionnement.

3.63 *Connexion de réglage*

Point d'accès dans un système de transmission à fibre optique qui est conçu pour le réglage et qui nécessite un outil pour la déconnexion.

3.64 *Panneau pour réglage*

Panneau d'accès qui est conçu pour être enlevé ou déplacé en vue du réglage.

3.65 *Réflexion spéculaire*

Réflexion à partir d'une surface, qui maintient la corrélation entre les faisceaux de rayonnement incidents et réfléchis, comme c'est le cas pour la réflexion sur un miroir.

3.66 *Appareil à laser de topographie*

Voir *Appareils à laser d'alignement*, paragraphe 3.4.

3.67 *Outil*

Désigne un tournevis, une pièce de monnaie ou tout autre objet qui peut être utilisé pour agir sur une vis ou des moyens de fixation similaires.

3.68 *Facteur de transmission*

Rapport du flux énergétique total transmis au flux incident total (VEI 45-20-085).

Symbole: τ

3.69 *Rayonnement visible: lumière*

Tout rayonnement susceptible de produire directement une sensation visuelle (VEI 45-05-025).

Note — Dans la présente norme cela signifie: rayonnement électromagnétique, pour lequel les longueurs d'onde des composantes monochromatiques sont comprises entre 400 nm et 700 nm.

SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS DE FABRICATION

4. *Spécifications techniques*

4.1 *Remarques générales*

Il est nécessaire d'incorporer dans les appareils à laser certains dispositifs de sécurité en fonction de la classe de risque à laquelle ils ont été affectés par le fabricant. Les prescriptions relatives à ces dispositifs sont exposées dans les paragraphes 4.2 à 4.10. Le fabricant devra s'assurer que le personnel responsable de la classification des appareils à laser et des systèmes à laser a reçu une formation de niveau approprié pour lui permettre de comprendre complètement les implications du système de classification.

3.62 *Service*

The performance of those procedures or adjustments described in the manufacturer's service instructions, which may affect any aspect of the product's performance. It does not include maintenance or operation.

3.63 *Service connection*

An access point in a laser fibre optic transmission system which is designed for service and requires a tool to disconnect.

3.64 *Service panel*

An access panel that is designed to be removed or displaced for service.

3.65 *Specular reflection*

A reflection from a surface which maintains correlation between incident and reflected beams of radiation, as with reflections from a mirror.

3.66 *Surveying laser products*

See *Alignment laser product*, Sub-clause 3.4.

3.67 *Tool*

Denotes a screwdriver, a coin or other object which may be used to operate a screw or similar fixing means.

3.68 *Transmittance*

The ratio of total transmitted radiant power to total incident radiant power (IEV 45-20-085).

Symbol: τ

3.69 *Visible radiation: light*

Any radiation capable of causing a visual sensation directly (IEV 45-05-025).

Note. — In this standard, this is taken to mean electromagnetic radiation for which the wavelengths of the monochromatic components lie between 400 nm and 700 nm.

SECTION TWO — MANUFACTURING REQUIREMENTS

4. **Engineering specifications**

4.1 *General remarks*

Laser products require certain built-in safety features, depending on the class to which they have been assigned by the manufacturer. The requirements for these are given in Sub-clauses 4.2 to 4.10. The manufacturer shall ensure that the personnel responsible for the classification of laser products and systems have received training to an appropriate level which allows them to understand the full implications of the classification scheme.

4.1.1 *Modification*

Si la modification d'un appareil laser précédemment classifié affecte un aspect de la performance ou des fonctions prévues de l'appareil entrant dans le domaine de cette norme, la personne ou l'organisme effectuant une telle modification doit assumer la responsabilité d'assurer une nouvelle classification et un nouvel étiquetage de l'appareil laser.

4.2 *Capot de protection*

4.2.1 *Généralités*

Tout appareil à laser (y compris les lasers incorporés), sans considération de classe, doit avoir un capot ou une enceinte de protection qui, lorsqu'il est en place, empêche l'accès humain pendant son fonctionnement:

- a) au rayonnement laser dépassant les LEA de la classe 1 partout où et toutes les fois que l'accès humain au rayonnement laser excédant les limites de la classe 1 n'est pas nécessaire pour remplir la (ou les) fonction(s) de l'appareil; et
- b) au rayonnement laser dépassant les limites d'émission accessibles de la classe 2 ou de la classe 3 partout où et toutes les fois que l'accès humain au rayonnement laser qui est supérieur aux limites de la classe 2 ou de la classe 3, respectivement, n'est pas nécessaire pour remplir la (ou les) fonction(s) de l'appareil.

4.2.2 *Réglage*

Une partie quelconque du capot ou de l'enceinte d'un appareil à laser (y compris les appareils avec laser incorporé) qui peut être enlevée ou déplacée pour le réglage et qui permettrait l'accès à un rayonnement laser excédant les LEA assignés et qui n'est pas pourvue de sécurité (voir paragraphe 4.3) doit être fixée de telle façon que le démontage ou le déplacement de cette partie nécessite l'utilisation d'outils.

4.2.3 *Système laser démontable*

Si un appareil à laser incorporé ou un système laser peut être séparé de son capot ou de son enceinte de protection et mis en service sans modification, le laser doit satisfaire aux prescriptions de fabrication des articles 4 et 5 qui conviennent à sa classe, à l'exception des appareils à laser qui sont vendus à d'autres fabricants pour être utilisés comme composants d'un système quelconque pour vente ultérieure, et qui ne sont pas soumis à la présente norme, puisque le produit final sera lui-même soumis à cette norme.

4.3 *Verrouillages de sécurité*

- 4.3.1 Tout appareil à laser doit être équipé d'un verrouillage de sécurité pour chaque partie de son capot de protection conçue pour être déplacée au cours d'un fonctionnement ou d'un entretien, permettant ainsi l'accès humain au rayonnement laser émis par le laser incorporé, dépassant les LEA de la classe 1 ou de la classe 2 et les LEA de la classe assignée. Le verrouillage de sécurité doit être conçu afin d'empêcher le retrait du panneau tant que les valeurs de l'émission accessible sont supérieures aux LEA pour la classe assignée et il doit empêcher qu'une neutralisation involontaire de la sécurité n'ait pour conséquence l'émission d'un rayonnement d'une valeur supérieure aux LEA de la classe assignée.

4.1.1 *Modification*

If the modification of a previously classified laser product affects any aspect of the product's performance or intended functions within the scope of this standard, the person or organization performing any such modification is responsible for ensuring the reclassification and relabelling of the laser product.

4.2 *Protective housing*

4.2.1 *General*

Each laser product (including embedded lasers), regardless of its class, shall have a protective housing or enclosure which, when in place, prevents human access during operation to:

- a) laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 1 wherever and whenever human access to laser radiation exceeding the limits of Class 1 is not necessary for the performance of the function(s) of the product; and
- b) laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 2 or Class 3 wherever and whenever human access to laser radiation exceeding the limits of Class 2, or Class 3 respectively, is not necessary for the performance of the function(s) of the product.

4.2.2 *Service*

Any parts of the housing or enclosure of a laser product (including embedded laser products) that can be removed or displaced for service and which would allow access to laser radiation in excess of the AEL assigned and are not interlocked (see Sub-clause 4.3) shall be secured in such a way that removal or displacement of the parts requires the use of tools.

4.2.3 *Removable laser system*

If an embedded laser product or a laser system can be removed from its protective housing or enclosure and operated without modification, the laser shall comply with the manufacturing requirements of Clauses 4 and 5 that are appropriate to its class, except for laser products which are sold to other manufacturers for use as components of any system for subsequent sale which are not subject to this standard, since the final product will itself be subject to this standard.

4.3 *Safety interlocks*

- 4.3.1 Access panels of protective housings intended to be removed or displaced during maintenance or operation, thereby giving the human access to laser radiation from the embedded laser in excess of the AEL of Class 1 or Class 2 and the AEL of the class assigned, shall be provided with a safety interlock. The safety interlock shall be of a design which prevents the removal of the panel until accessible emission values are below the AEL for the class assigned and inadvertent resetting of the interlock shall not in itself restore emission values above the AEL of the class assigned.

- 4.3.2 Si un mécanisme de neutralisation volontaire est prévu, le constructeur doit également prévoir des instructions adéquates concernant les méthodes assurant la sécurité du travail. Il ne doit pas être possible de laisser en place la neutralisation quand le panneau d'accès est remis dans sa position normale. Le mécanisme de sécurité doit être clairement associé à une plaque indicatrice conforme aux prescriptions du paragraphe 5.9.2. L'utilisation de la neutralisation doit provoquer un avertissement visuel ou auditif tant que le laser est excité ou les batteries de condensateurs ne sont pas complètement déchargées, que le panneau d'accès soit ou non enlevé ou déplacé. Les avertissements visuels doivent être clairement perceptibles au travers des protecteurs oculaires spécialement conçus ou spécifiés pour la (ou les) longueur(s) d'onde du rayonnement laser accessible.

4.4 *Connecteur de verrouillage à distance*

Chaque appareil à laser de la classe 3B et de la classe 4 doit comporter un connecteur de verrouillage à distance. Lorsque les bornes du connecteur ne sont pas raccordées électriquement, le rayonnement accessible ne doit pas dépasser les LEA des classes 1 et 2.

4.5 *Commande à clé*

Chaque appareil à laser des classes 3A, 3B et 4 doit comporter un organe de commande principal actionné par clé. La clé doit pouvoir être retirée et le laser ne doit pas pouvoir fonctionner lorsque la clé est retirée. Dans cette norme, le terme «clé» peut désigner tout autre dispositif de commande, tel que cartes magnétiques, combinaisons chiffrées, etc.

4.6 *Avertissement d'émission de rayonnement laser*

Chaque appareil à laser des classes 3A, 3B et 4 doit donner un avertissement auditif ou visuel quand il est mis en marche ou si la batterie de condensateurs des lasers pulsés est en cours de charge ou n'a pas été déchargée de façon certaine. Tout indicateur visuel doit être clairement visible à travers un protecteur oculaire conçu spécifiquement pour la(les) longueur(s) d'onde du rayonnement laser émis. Si le laser et son alimentation sont logés dans des enceintes séparées, et s'ils peuvent fonctionner lorsque la distance qui les sépare est supérieure à 2 m, aussi bien le laser que son alimentation doivent être équipés d'indicateurs d'émission visuels ou auditifs. L'indicateur (ou les indicateurs) d'émission visuel(s) doit(doivent) être placé(s) de façon que son(leur) observation ne nécessite pas l'exposition au rayonnement laser excédant les LEA des classes 1 et 2. Des sons distinctifs et clairement identifiables qui proviennent d'équipements auxiliaires (tels que des pompes ou des ventilateurs) et qui ne sont audibles que pendant l'émission du rayonnement laser peuvent être acceptables comme avertissement audible.

4.7 *Arrêt de faisceau ou atténuateur*

Tout appareil à laser des classes 3A, 3B et 4 doit comporter un ou plusieurs moyens fixés à demeure (autres que : interrupteurs d'alimentation laser, connecteurs d'alimentation électrique ou clés de commande) capables d'empêcher l'accès humain au rayonnement laser excédant les LEA des classes 1 ou 2. Si un rayonnement laser de classe 2 est transmis au travers de l'atténuateur, voir le point a) du paragraphe 6.1.

4.8 *Commandes*

Tout appareil à laser doit avoir les commandes situées de façon que son réglage et son fonctionnement ne nécessitent pas l'exposition au rayonnement laser dépassant les LEA des classes 1 et 2.

4.3.2 If a deliberate override mechanism is provided, the manufacturer shall also provide adequate instructions about safe methods of working. It shall not be possible to leave the override in operation when the access panel is returned to its normal position. The interlock shall be clearly associated with a label conforming to Sub-clause 5.9.2. Use of the override shall give rise to a distinct visible or audible warning whenever the laser is energized or capacitor banks are not fully discharged, whether or not the access panel is removed or displaced. Visible warnings shall be clearly visible through protective eyewear specifically designed or specified for the wavelength(s) of the accessible laser radiation.

4.4 *Remote interlock connector*

Each Class 3B and Class 4 laser product shall incorporate a remote interlock connector. When the terminals of the connector are open-circuited, the accessible radiation shall not exceed the AEL for Class 1 and Class 2.

4.5 *Key control*

Each Class 3A, 3B and Class 4 laser product shall incorporate a key-operated master control. The key shall be removable and the laser shall not be operable when the key is removed. In this standard, the term "key" includes any other control devices, such as magnetic cards, cipher combinations, etc.

4.6 *Laser radiation emission warning*

Each Class 3A, Class 3B and Class 4 laser product shall give an audible or visible warning when it is switched on or if capacitor banks of pulsed lasers are being charged or have not been positively discharged. Any visible warning device shall be clearly visible through protective eyewear specifically designed for the wavelength(s) of the emitted laser radiation. If the laser and its energy source are separately housed, and if they can be operated at a separation distance greater than 2 m, they shall each be provided with audible or visible warning devices. The visible warning device(s) shall be located so that viewing does not require exposure to laser radiation in excess of the AEL for Class 1 and Class 2. Distinctive and clearly identifiable sounds which arise from auxiliary equipment (such as pumps or fans) and which are uniquely associated with the emission of laser radiation may be acceptable as an audible warning.

4.7 *Beam stop or attenuator*

Each Class 3A, Class 3B and Class 4 laser product shall incorporate one or more permanently-attached means (other than laser energy source switch, main connector or key control) capable of preventing human access to laser radiation in excess of the AEL for Class 1 or Class 2. If Class 2 laser radiation is transmitted through the attenuator, see Item a) of Sub-clause 6.1.

4.8 *Controls*

Each laser product shall have controls located so that adjustment and operation do not require exposure to laser radiation in excess of the AEL for Class 1 and Class 2.

4.9 Optiques d'observation

Toutes les optiques d'observation, regards ou écrans de visualisation incorporés à un appareil à laser doivent assurer une atténuation suffisante pour empêcher l'accès humain au rayonnement laser dépassant les LEA de la classe 1, et pour tout obturateur ou atténuateur variable incorporé dans les optiques d'observation, regards ou écrans de visualisation, des mesures doivent être prises pour:

- a) empêcher l'accès humain au rayonnement laser dépassant les LEA pour la classe 1 tant que l'obturateur est ouvert ou que l'atténuation est modifiée;
- b) empêcher l'ouverture de l'obturateur ou la manœuvre de l'atténuateur, lorsque l'exposition à un rayonnement laser dépassant les LEA de la classe 1 est possible.

4.10 Sécurité de balayage

Les appareils à laser destinés à émettre un rayonnement à balayage, et classifiés sur cette base, ne doivent pas, en cas d'avarie de balayage, ou d'une modification soit de la vitesse de balayage, soit de l'amplitude du balayage, permettre l'accès humain au rayonnement laser dépassant les LEA de la classe appropriée.

5. Etiquetage

5.1 Généralités

Tout appareil à laser doit être muni de plaque(s) indicatrice(s) conformément aux prescriptions contenues dans les articles suivants. Les plaques indicatrices doivent être fixées de façon permanente, lisibles et clairement visibles au cours du fonctionnement, de l'entretien ou du réglage, suivant le cas. Elles doivent être placées de façon que leur lecture ne nécessite pas l'exposition humaine au rayonnement laser dépassant les LEA de la classe 1. Les lignes entourant le texte et les symboles doivent être en noir sur fond jaune.

Si la taille ou la conception de l'appareil rendent l'étiquetage impossible, la plaque indicatrice devra être reproduite dans le guide de l'utilisateur ou placée sur l'emballage.

5.2 Classe 1

Sur tout appareil à laser de classe 1 doit être fixée une plaque indicatrice (figure 15, page 99) portant les mots:

APPAREIL À LASER DE CLASSE 1

5.3 Classe 2

Sur tout appareil à laser de classe 2 doit être fixée une plaque d'avertissement (figure 14, page 98) et une plaque indicatrice (figure 15) portant les mots:

**RAYONNEMENT LASER
NE PAS REGARDER DANS LE FAISCEAU
APPAREIL À LASER DE CLASSE 2**

5.4 Classe 3A

Sur tout appareil à laser de classe 3A doit être fixée une plaque d'avertissement (figure 14) et une plaque indicatrice (figure 15) portant les mots:

**RAYONNEMENT LASER
NE PAS REGARDER DANS LE FAISCEAU
NI À L'ŒIL NU NI À L'AIDE D'UN INSTRUMENT D'OPTIQUE
APPAREIL À LASER DE CLASSE 3A**

4.9 Viewing optics

Any viewing optics, viewport or display screen incorporated in a laser product shall provide sufficient attenuation to prevent human access to laser radiation in excess of the AEL for Class 1, and for any shutter or variable attenuator incorporated in the viewing optics, viewport or display screen, a means shall be provided to:

- a) prevent human access to laser radiation in excess of the AEL for Class 1 when the shutter is opened or the attenuation varied;
- b) prevent opening of the shutter or variation of the attenuator when exposure to laser radiation in excess of the AEL for Class 1 is possible.

4.10 Scanning safeguard

Laser products intended to emit scanned radiation, and classified on this basis, shall not, as a result of scan failure or of variation in either scan velocity or amplitude, permit human access to laser radiation in excess of the AEL for the assigned class.

5. Labelling

5.1 General

Each laser product shall carry label(s) in accordance with the requirements of the following clauses. The labels shall be permanently fixed, legible, and clearly visible during operation, maintenance or service, according to their purpose. They shall be so positioned that they can be read without the necessity for human exposure to laser radiation in excess of the AEL for Class 1. Text borders and symbols shall be black on a yellow background.

If the size or design of the product makes labelling impractical, the label should be included with the user information or on the package.

5.2 Class 1

Each Class 1 laser product shall have affixed an explanatory label (Figure 15, page 99), bearing the words:

CLASS 1 LASER PRODUCT

5.3 Class 2

Each Class 2 laser product shall have affixed a warning label (Figure 14, page 98) and an explanatory label (Figure 15) bearing the words:

LASER RADIATION
DO NOT STARE INTO BEAM
CLASS 2 LASER PRODUCT

5.4 Class 3A

Each Class 3A laser product shall have affixed a warning label (Figure 14) and an explanatory label (Figure 15) bearing the words:

LASER RADIATION
DO NOT STARE INTO BEAM OR VIEW
DIRECTLY WITH OPTICAL INSTRUMENTS
CLASS 3A LASER PRODUCT

5.5 *Classe 3B*

Sur tout appareil à laser de classe 3B doit être fixée une plaque d'avertissement (figure 14) et une plaque indicatrice (figure 15) portant les mots:

RAYONNEMENT LASER
EXPOSITION AU FAISCEAU DANGEREUSE
APPAREIL À LASER DE CLASSE 3B

5.6 *Classe 4*

Sur tout appareil à laser de classe 4 doit être fixée une plaque d'avertissement (figure 14) et une plaque indicatrice (figure 15) portant les mots:

RAYONNEMENT LASER
EXPOSITION DANGEREUSE DE L'ŒIL OU DE LA PEAU
AU RAYONNEMENT DIRECT OU DIFFUS
APPAREIL À LASER DE CLASSE 4

5.7 *Plaque indicatrice d'ouverture*

Sur tout appareil à laser des classes 3B et 4 doit être fixée une plaque tout près de chaque ouverture à travers laquelle est émis un rayonnement laser dépassant les LEA de la classe 1 ou de la classe 2. La plaque doit porter les mots:

OUVERTURE LASER
ou
EXPOSITION DANGEREUSE — UN RAYONNEMENT LASER EST
ÉMIS PAR CETTE OUVERTURE

5.8 *Information sur le rayonnement émis*

La plaque indicatrice de tout appareil à laser (à l'exception de ceux de classe 1) doit mentionner (figure 15) la puissance maximale du rayonnement laser émis, la durée de l'impulsion (s'il y a lieu) et la(les) longueur(s) d'onde émises.

5.9 *Plaques indicatrices pour les panneaux d'accès*

5.9.1 *Plaques indicatrices pour les panneaux*

Toute connexion, tout panneau d'un capot de protection et tout panneau d'accès d'une enceinte de protection qui, une fois enlevé ou déplacé, permet l'accès humain au rayonnement laser dépassant les LEA de classe 1 doit comporter une plaque portant les mots:

ATTENTION — RAYONNEMENT LASER EN CAS D'OUVERTURE

En plus, la plaque doit comporter les mots:

- a) NE PAS REGARDER DANS LE FAISCEAU
si le rayonnement accessible ne dépasse pas les LEA de la classe 2;
- b) NE PAS REGARDER DANS LE FAISCEAU
NI À L'ŒIL NU NI À L'AIDE D'INSTRUMENTS D'OPTIQUE
si le rayonnement accessible ne dépasse pas les LEA de la classe 3A;
- c) EXPOSITION DANGEREUSE AU FAISCEAU
si le rayonnement accessible ne dépasse pas les LEA de la classe 3B;
- d) EXPOSITION DANGEREUSE DE L'ŒIL OU DE LA PEAU
AU RAYONNEMENT DIRECT OU DIFFUS
si le rayonnement accessible dépasse les limites de la classe 3B à toute longueur d'onde.

5.5 Class 3B

Each Class 3B laser product shall have affixed a warning label (Figure 14) and an explanatory label (Figure 15) bearing the words:

**LASER RADIATION
AVOID EXPOSURE TO BEAM
CLASS 3B LASER PRODUCT**

5.6 Class 4

Each Class 4 laser product shall have affixed a warning label (Figure 14) and an explanatory label (Figure 15) bearing the words:

**LASER RADIATION
AVOID EYE OR SKIN EXPOSURE TO
DIRECT OR SCATTERED RADIATION
CLASS 4 LASER PRODUCT**

5.7 Aperture label

Each Class 3B and Class 4 laser product shall have affixed a label close to each aperture through which laser radiation in excess of the AEL for Class 1 or Class 2 is emitted. The label(s) shall bear the words:

LASER APERTURE
or
**AVOID EXPOSURE — LASER RADIATION IS
EMITTED FROM THIS APERTURE**

5.8 Radiation output information

Each laser product (except those of Class 1) shall be described on the explanatory label (Figure 15) by statements of the maximum output of laser radiation, the pulse duration (if appropriate) and the emitted wavelength(s).

5.9 Labels for access panels

5.9.1 Labels for panels

Each connection, each panel of a protective housing and each access panel of a protective enclosure which when removed or displaced permits human access to laser radiation in excess of the AEL for Class 1 shall have affixed a label bearing the words:

CAUTION — LASER RADIATION WHEN OPEN

In addition, this label shall bear the words:

- a) **DO NOT STARE INTO BEAM**
if the accessible radiation does not exceed the AEL for Class 2;
- b) **DO NOT STARE INTO BEAM OR
VIEW DIRECTLY WITH OPTICAL INSTRUMENTS**
if the accessible radiation does not exceed the AEL for Class 3A;
- c) **AVOID EXPOSURE TO BEAM**
if the accessible radiation does not exceed the AEL for Class 3B;
- d) **AVOID EYE OR SKIN EXPOSURE TO
DIRECT OR SCATTERED RADIATION**
if the accessible radiation exceeds the limits for Class 3B at any wavelength.

5.9.2 Plaques indicatrices pour panneaux à verrouillage de sécurité

Des plaques convenables doivent être clairement associées à chaque verrouillage de sécurité, qui peut être rapidement neutralisé et qui pourrait alors permettre l'accès humain au rayonnement laser dépassant les limites de la classe 1. De telles plaques doivent être visibles avant et pendant l'opération de neutralisation de la sécurité et être toutes proches de l'ouverture créée par l'enlèvement du capot de protection et doivent porter les mots:

**ATTENTION — RAYONNEMENT LASER DANGEREUX
EN CAS D'OUVERTURE ET LORSQUE LA SÉCURITÉ
EST NEUTRALISÉE**

De plus, cette plaque portera les mots spécifiés aux points *a)*, *b)*, *c)*, et *d)* du paragraphe 5.9.1.

5.10 Avertissement pour rayonnement laser invisible

Dans de nombreux cas, l'inscription prescrite pour des plaques indicatrices comporte l'expression «rayonnement laser». Si les longueurs d'onde du rayonnement laser sont en dehors du domaine compris entre 400 nm et 700 nm, l'expression doit être modifiée pour devenir: «Rayonnement laser invisible», ou si les longueurs d'onde du rayonnement laser sont à la fois en dedans et en dehors du domaine compris entre 400 nm et 700 nm, l'expression devient «Rayonnement laser visible et invisible».

6. Autres prescriptions relatives aux renseignements à fournir

6.1 Renseignements pour l'utilisateur

Les fabricants d'appareils à laser doivent fournir (ou faire en sorte que soient fournies) avec tout appareil à laser les indications suivantes qui feront partie intégrante de toute notice d'emploi ou d'instructions pour l'utilisateur, qui est régulièrement fournie avec l'appareil:

- a)* Les instructions adéquates pour le montage correct, l'entretien et l'utilisation sans danger comprenant clairement des avertissements concernant les précautions à prendre pour éviter l'éventualité de l'exposition aux rayonnements laser dangereux.
- b)* L'indication en unités appropriées de la divergence du faisceau pour les faisceaux collimatés, de la durée d'impulsion et de la puissance maximale d'émission, avec les erreurs de mesure cumulées et de toute augmentation prévisible des quantités mesurées à un moment quelconque après la fabrication qui pourrait s'ajouter aux valeurs mesurées au moment de la fabrication (il n'est pas nécessaire de spécifier les durées d'impulsions résultant d'un blocage de mode à caractère accidentel; toutefois, les conditions associées à l'appareil, reconnues comme étant la cause d'un blocage de mode à caractère accidentel, doivent être spécifiées).
- c)* Des reproductions lisibles (couleur facultative) de toutes les inscriptions et avertissements devant être fixés sur l'appareil à laser ou fournis avec l'appareil à laser. Il convient d'indiquer l'emplacement correspondant de chaque plaque d'inscription fixée sur l'appareil ou, si fournies avec l'appareil, de signaler que de telles plaques ne pouvaient pas être fixées sur l'appareil, mais qu'elles ont été fournies avec l'appareil, en précisant sous quelle forme et de quelle manière elles ont été fournies.
- d)* Une indication claire dans la notice de toutes les positions des ouvertures laser.
- e)* Une liste des commandes, réglages et procédures relatifs au fonctionnement et à la maintenance, comportant l'avertissement «Attention — l'utilisation des commandes ou réglages ou l'exécution des procédures autres que celles spécifiées dans les présentes prescriptions, peuvent être cause d'une exposition à un rayonnement dangereux».
- f)* Pour les appareils à laser qui n'incorporent pas l'alimentation en énergie nécessaire à l'émission laser, l'indication des conditions de compatibilité de l'alimentation laser qui assureront la sécurité.

5.9.2 Labels for safety interlocked panels

Appropriate labels shall be clearly associated with each safety interlock which may be readily overridden and which would then permit human access to laser radiation in excess of the AEL of Class 1. Such labels shall be visible prior to and during interlock override and be in close proximity to the opening created by the removal of the protective housing and shall bear the words:

**CAUTION — LASER RADIATION WHEN OPEN
AND INTERLOCKS DEFEATED**

In addition, this label shall bear the words specified in Items *a)*, *b)*, *c)*, and *d)* of Sub-clause 5.9.1.

5.10 Warning for invisible laser radiation

In many cases, the wording prescribed for explanatory labels includes the phrase “laser radiation”. If the output of the laser is outside the wavelength range 400 nm to 700 nm, this shall be modified to read “Invisible laser radiation”, or if the output is at wavelengths both inside and outside this wavelength range, to read “Visible and invisible laser radiation”.

6. Other informational requirements

6.1 Information for the user

Manufacturers of laser products shall provide (or see to the provision of) as an integral part of any user instruction or operation manual which is regularly supplied with the laser product:

- a)* Adequate instructions for proper assembly, maintenance, and safe use including clear warnings concerning precautions to avoid possible exposure to hazardous laser radiation.
- b)* A statement in appropriate units of beam divergence for collimated beams, pulse duration and maximum output, with the magnitudes of the cumulative measurement uncertainty and any expected increase in the measured quantities at any time after manufacture added to the values measured at the time of manufacture (duration of pulses resulting from unintentional mode-locking need not be specified; however, those conditions associated with the product known to result in unintentional mode-locking shall be specified).
- c)* Legible reproductions (colour optional) of all required labels and hazard warnings to be affixed to the laser product or provided with the laser product. The corresponding position of each label affixed to the product shall be indicated or, if provided with the product, a statement that such labels could not be affixed to the product but were supplied with the product and a statement of the form and manner in which they were supplied shall be provided.
- d)* A clear indication in the manual of all locations of laser apertures.
- e)* A listing of controls, adjustments and procedures for operation and maintenance, including the warning “Caution—use of controls or adjustments or performance of procedures other than those specified herein may result in hazardous radiation exposure.”
- f)* In the case of laser products that do not incorporate the laser energy source necessary for laser emission, a statement of the compatibility requirements for a laser energy source to ensure safety.

6.2 Renseignements pour l'achat et l'entretien

Les fabricants d'appareils à laser doivent fournir ou faire en sorte que soient fournies:

- a) Dans tous les catalogues, les feuilles de spécifications et les brochures descriptives relatives à chaque appareil à laser, une reproduction lisible (couleur facultative) des plaques de classification requises (paragraphe 5.3 à 5.6) devant être fixées sur chaque appareil.
- b) Aux services d'entretien et aux distributeurs, et à tout autre sur demande, des instructions adéquates relatives aux réglages et aux procédures de réglage pour chaque modèle d'appareil à laser; ces instructions doivent comprendre des avertissements clairs et des précautions à prendre pour éviter la possibilité d'une exposition au rayonnement et un plan de maintenance nécessaire pour conserver l'appareil en conformité avec les prescriptions. Dans toutes les instructions d'entretien, on fournira une liste des moyens et procédures qui pourraient être utilisés par des personnes autres que le fabricant ou ses agents pour augmenter les niveaux d'émission accessible de rayonnement. On fournira une description claire de l'emplacement des parties amovibles du capot de protection qui pourraient permettre l'accès au rayonnement laser dépassant les limites d'émission accessible des tableaux I, II, III, et IV. Les instructions doivent comporter des procédures de protection pour le personnel d'entretien et des reproductions lisibles (couleur facultative) des plaques d'inscription et des avertissements requis.

7. Prescriptions additionnelles pour appareils à laser spécifiques

7.1 Appareils à laser médicaux

Tout appareil à laser médical doit être conforme à toutes les prescriptions applicables pour les appareils à laser de sa classe. En plus, les fabricants doivent:

- a) Pour les appareils à laser des classes 3B ou 4, incorporer dans chaque appareil à laser médical un moyen de mesure du niveau de rayonnement laser destiné à l'irradiation du corps humain avec une erreur de mesure inférieure à $\pm 20\%$. La mesure doit être indiquée en unités du Système International.
- b) Fournir avec chaque appareil à laser médical les instructions spécifiant une procédure et un plan d'étalonnage du système de mesure.
- c) Fournir un dispositif indiquant la cible pour les appareils à laser des classes 3B et 4.

7.2 Système de transmission laser à fibre optique*

Les systèmes à laser qui emploient la transmission par fibre optique doivent avoir des connexions de câble destinées au réglage, qui nécessitent l'utilisation d'un outil pour les déconnecter si la LEA pour la classe 1 est dépassée quand la déconnexion est établie et si ces connexions de câble font partie du capot de protection. Il faut également prendre soin d'incorporer des atténuateurs de faisceau mécaniques sur les connecteurs si le réglage est effectué dans une zone de travail non protégée. Une certaine longueur de câble en fibre optique peut atténuer de façon suffisante la puissance laser émise si bien que la longueur de câble elle-même constitue une partie du capot de protection.

* A la réunion d'Ottawa en octobre 1979 du Sous-Comité 46E: Fibres optiques, un groupe de travail sur la sécurité des fibres optiques a été constitué.

6.2 Purchasing and servicing information

Manufacturers of laser products shall provide or cause to be provided:

- a) In all catalogues, specification sheets and descriptive brochures pertaining to each laser product, a legible reproduction (colour optional) of the required classification labels (Sub-clauses 5.3 to 5.6) to be affixed.
- b) To servicing dealers and distributors, and to others upon request, adequate instructions for service adjustments and service procedures for each laser product model which includes clear warnings and precautions to be taken to avoid possible exposure to radiation and a schedule of maintenance necessary to keep the product in compliance; and, in all such service instructions a listing of those controls and procedures which could be utilized by persons other than the manufacturer or his agents to increase accessible emission levels of radiation, and a clear description of the location of displaceable portions of the protective housing which could allow access to laser radiation in excess of the accessible limits in Tables I, II, III and IV. The instructions shall include protective procedures for service personnel, and legible reproductions (colour optional) of required labels and hazard warnings.

7. Additional requirements for specific laser products

7.1 Medical laser products

Each medical laser product shall comply with all of the applicable requirements for laser products of its class. In addition, the manufacturers shall:

- a) For Class 3B or Class 4 laser products, incorporate in each medical laser product a means for the measurement of the level of that laser radiation intended for irradiation of the human body with an error in measurement of no more than $\pm 20\%$. Indication of the measurement shall be in SI units.
- b) Supply with each medical laser product instructions specifying a procedure and schedule for calibration of the measurement system.
- c) Provide a target-indicating device for Class 3B and Class 4 laser products.

7.2 Laser fibre optic transmission system*

Laser systems which employ fibre optic transmission shall have cable service connections which require a tool for disconnection if the AEL for Class 1 is exceeded when disconnected and if such cable connections form part of the protective housing. Consideration should also be given to incorporating mechanical beam attenuators at connectors if service is anticipated in an unsupervised work area. A length of fibre optic cable may sufficiently attenuate the transmitted laser radiant power such that the length of the cable itself forms part of the protective housing.

* At the October 1979 Ottawa meeting of Sub-Committee 46E: Fibre Optics, a working group on fibre optic safety was established.

8. Essais

8.1 Généralités

Les essais doivent tenir compte de toutes les erreurs et toutes les incertitudes statistiques dans le processus de mesure ainsi que des augmentations d'émission et de la dégradation de la sécurité de rayonnement dans le temps.

Les prescriptions pour les utilisations spéciales peuvent imposer des essais complémentaires.

Les essais pour chacune des prescriptions applicables doivent être exécutés au cours du fonctionnement, de l'entretien ou du réglage, selon le cas.

Des essais ou procédures équivalents peuvent être acceptés.

8.2 Mesures des niveaux de rayonnement laser en vue de déterminer la classification

Des mesures des niveaux de rayonnement laser peuvent être nécessaires pour classer un appareil à laser selon le paragraphe 9.1. Les mesures ne sont pas nécessaires quand les caractéristiques physiques ou les limitations de la source laser placent clairement l'appareil à laser ou l'installation laser dans une classe particulière.

Les mesures doivent être effectuées dans les conditions suivantes:

- a) Suivant les conditions et les procédures qui portent au maximum les niveaux d'émission accessible, comprenant la mise en route, l'émission en fonctionnement stable et l'arrêt de l'appareil à laser;
- b) Avec toutes les commandes et réglages énumérés dans les instructions d'emploi, d'entretien et de réglage ajustés conjointement pour donner le niveau de rayonnement maximal accessible;
- c) Aux points de l'espace où l'accès humain est possible au cours du fonctionnement pour mesurer les niveaux d'émission accessible (par exemple, si le fonctionnement peut exiger le démontage de certaines parties du capot de protection et l'annulation des sécurités de verrouillage, des mesures doivent être effectuées aux points accessibles dans cette configuration de l'appareil).
- d) Avec le détecteur de l'instrument de mesure positionné et orienté par rapport à l'appareil à laser de façon telle qu'il en résulte une détection maximale de rayonnement par l'instrument.
- e) Pour un appareil à laser autre qu'un système laser, avec le laser couplé au type d'alimentation laser spécifié comme étant compatible par le fabricant de l'appareil à laser et qui produit le niveau d'émission maximal de rayonnement accessible à partir de cet appareil.
- f) Pour les valeurs exprimées en unités de puissance rayonnante (W) ou d'énergie rayonnante (J), détectables à l'intérieur d'un diaphragme de forme circulaire ayant un diamètre de 80 mm (pour simuler le recueil par un instrument d'optique d'un faisceau laser stationnaire).
- g) Pour les valeurs exprimées en unités d'éclairement énergétique ($W \cdot m^{-2}$) ou d'exposition énergétique ($J \cdot m^{-2}$) en valeur moyenne sur un diaphragme de forme circulaire ayant un diamètre de 7 mm.

8. Tests

8.1 General

Tests shall take into account all errors and statistical uncertainties in the measurement process and increases in emission and degradation in radiation safety with age.

Specific use requirements may impose additional tests.

Tests for each of the applicable requirements shall be made during operation, maintenance or service as appropriate.

Equivalent tests or procedures are acceptable.

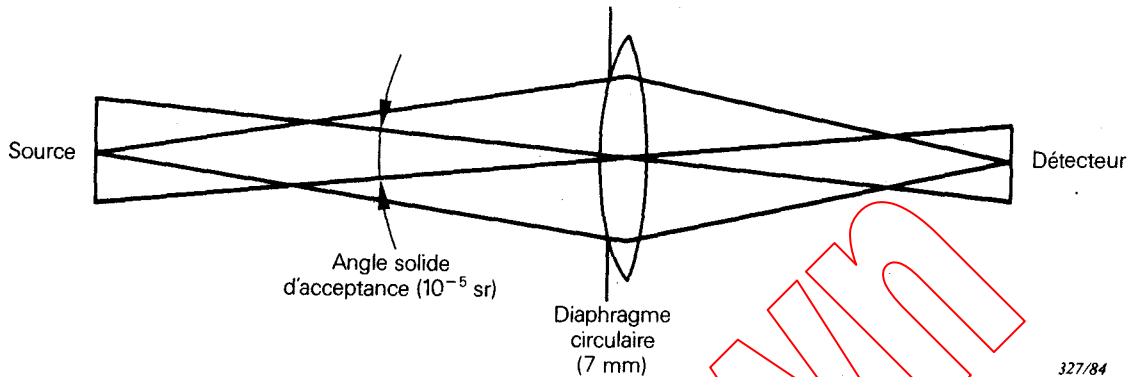
8.2 Measurements of laser radiation for determining classification

Measurement of laser radiation levels may be necessary to classify a laser product in accordance with Sub-clause 9.1. Measurements are unnecessary when the physical characteristics and limitations of the laser source place the laser product or laser installation clearly in a particular class.

Measurements shall be made under the following conditions:

- a) Under those conditions and procedures which maximize the accessible emission levels, including start-up, stabilized emission, and shut-down of the laser product.
- b) With all controls and adjustments listed in the operation, maintenance, and service instructions adjusted in combination to result in the maximum accessible level of radiation.
- c) At points in space to which human access is possible during operation for measurement of accessible emission levels, (e.g. if operation may require removal of portions of the protective housing and defeat of safety interlocks, measurements shall be made at points accessible in that product configuration).
- d) With the measuring instrument detector so positioned and so oriented with respect to the laser product as to result in the maximum detection of radiation by the instrument.
- e) For a laser product other than a laser system, with the laser coupled to that type of laser energy source which is specified as compatible by the laser product manufacturer and which produces the maximum emission of accessible radiation from the product.
- f) For values expressed in radiant power (W) or radiant energy (J), within a circular aperture stop of diameter 80 mm (to simulate the collection by an optical instrument of a stationary laser beam).
- g) For values expressed in irradiance ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) or radiant exposure ($\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$) averaged over a circular stop of diameter 7 mm.

- h) Pour les valeurs exprimées en luminance ou en luminance intégrée, en mesurant la puissance rayonnante (W) ou l'énergie rayonnante (J) détectable à travers un diaphragme de forme circulaire ayant un diamètre de 7 mm et à l'intérieur d'un angle solide effectif possédant une acceptation de 10^{-5} sr, comme illustré dans le schéma ci-dessous.



- i) Pour le rayonnement laser à balayage, à l'intérieur d'un diaphragme fixe de forme circulaire ayant un diamètre de 7 mm (la variation temporelle résultant du rayonnement détecté doit être considérée comme une impulsion ou une série d'impulsions).
- j) Pour les domaines de longueurs d'onde qui s'étendent de 400 nm à 1 400 nm, à l'intérieur d'un angle solide effectif ayant une acceptation de 5×10^{-4} sr, exception faite pour les mesures de luminance ou de luminance intégrée.
- k) Des précautions appropriées doivent être prises pour éviter ou éliminer la contribution de rayonnements connexes à la mesure.

9. Classification

9.1 Introduction

En raison de l'étendue des valeurs possibles pour la longueur d'onde, l'énergie et les caractéristiques d'impulsions d'un faisceau laser, les risques causés par leur utilisation sont très variables. Il n'est pas possible de considérer les lasers comme un seul groupe, auquel des limites de sécurité communes peuvent être appliquées.

9.2 Définitions des classes laser

Les appareils à laser sont groupés en quatre classes générales; les limites d'émission accessible (LEA) sont spécifiées pour chacune d'elles.

Les lasers de la classe 1 sont ceux qui sont intrinsèquement sans danger (de sorte que le niveau de l'exposition maximale permise ne peut en aucun cas être dépassé) ou qui sont sans danger, en raison de leur conception technique. Les limites supérieures sont données dans le tableau I et sont dérivées des valeurs de EMP les plus limitatives.

Les lasers de la classe 2 sont des dispositifs à faible puissance émettant un rayonnement visible (dans la gamme de longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 700 nm) et qui peuvent fonctionner soit en émission continue soit en impulsions. La puissance ou l'énergie émise par ces systèmes est limitée aux LEA de la classe 1 pour des durées d'exposition allant jusqu'à 0,25 s. Pour un laser continu la limite est de 1 mW.

Note. — Ces lasers ne sont pas intrinsèquement sans danger mais la protection de l'œil est normalement assurée par les réflexes de défense comprenant le réflexe palpébral.