

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
825-1**

Première édition
First edition
1993-11

**PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION**

Sécurité des appareils à laser –

Partie 1:

Classification des matériels, prescriptions
et guide de l'utilisateur

Safety of laser products –

Part 1:

Equipment classification, requirements
and user's guide



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 825-1: 1993

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
825-1**

Première édition
First edition
1993-11

**PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION**

Sécurité des appareils à laser –

Partie 1:
Classification des matériels, prescriptions
et guide de l'utilisateur

Safety of laser products –

Part 1:
Equipment classification, requirements
and user's guide

© CEI 1993 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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XD**

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

AVA Documents
Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
SECTION UN – GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1 Domaine d'application et objet	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Objet	12
2 Références normatives	12
3 Définitions	14
SECTION DEUX – PRESCRIPTIONS DE FABRICATION	
4 Spécifications techniques	30
4.1 Remarques générales	30
4.2 Capot de protection	30
4.3 Verrouillages de sécurité	32
4.4 Connecteur de verrouillage à distance	34
4.5 Commande à clé	34
4.6 Avertissement d'émission de rayonnement laser	34
4.7 Arrêt de faisceau ou atténuateur	34
4.8 Commandes	36
4.9 Optiques d'observation	36
4.10 Sécurité de balayage	36
4.11 Aides à l'alignement	36
4.12 Accès «piétonnier»	36
4.13 Considérations liées à l'environnement	36
4.14 Protection contre les autres risques	38
5 Etiquetage	38
5.1 Généralités	38
5.2 Classe 1	38
5.3 Classe 2	40
5.4 Classe 3A	40
5.5 Classe 3B	40
5.6 Classe 4	40
5.7 Plaque indicatrice d'ouverture	40
5.8 Information sur le rayonnement émis et les normes	42
5.9 Plaques indicatrices pour les panneaux d'accès	42
5.10 Avertissement pour rayonnement laser invisible	44
5.11 Avertissement pour rayonnement laser visible	44
5.12 Avertissement pour le rayonnement des DEL	44

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
SECTION ONE – GENERAL	
Clause	
1 Scope and object	11
1.1 Scope	11
1.2 Object	13
2 Normative references	13
3 Definitions	15
SECTION TWO – MANUFACTURING REQUIREMENTS	
4 Engineering specifications	31
4.1 General remarks	31
4.2 Protective housing	31
4.3 Access panels and safety interlocks	33
4.4 Remote interlock connector	35
4.5 Key control	35
4.6 Laser radiation emission warning	35
4.7 Beam stop or attenuator	35
4.8 Controls	37
4.9 Viewing optics	37
4.10 Scanning safeguard	37
4.11 Alignment aids	37
4.12 "Walk-in" access	37
4.13 Environmental conditions	37
4.14 Protection against other hazards	39
5 Labelling	39
5.1 General	39
5.2 Class 1	39
5.3 Class 2	41
5.4 Class 3A	41
5.5 Class 3B	41
5.6 Class 4	41
5.7 Aperture label	41
5.8 Radiation output and standards information	43
5.9 Labels for access panels	43
5.10 Warning for invisible laser radiation	45
5.11 Warning for visible laser radiation	45
5.12 Warning for LED radiation	45

Articles	Pages
6 Autres prescriptions relatives aux renseignements à fournir	44
6.1 Renseignements pour l'utilisateur	44
6.2 Renseignements pour l'achat et l'entretien	46
7 Prescriptions additionnelles pour appareils à laser spécifiques	46
7.1 Appareils à laser médicaux	46
7.2 Système de transmission laser par fibre optique	46
8 Essais	48
8.1 Généralités	48
8.2 Mesure des niveaux de rayonnement laser en vue de déterminer la classification	48
9 Classification	52
9.1 Introduction	52
9.2 Définitions des classes laser	52
9.3 Procédure de classification	52
9.4 Lasers modulés ou à impulsions répétitives	54
SECTION TROIS – GUIDE DE L'UTILISATEUR	
10 Mesures de sécurité	68
10.1 Généralités	68
10.2 Emploi du connecteur de verrouillage à distance	68
10.3 Commande à clé	70
10.4 Arrêt de faisceau ou atténuateur	70
10.5 Panneaux avertisseurs	70
10.6 Trajet des faisceaux	70
10.7 Réflexions spéculaires	70
10.8 Protection des yeux	72
10.9 Vêtements de protection	74
10.10 Formation	74
10.11 Surveillance médicale	74
11 Risques pouvant résulter du fonctionnement des lasers	76
11.1 Contamination de l'atmosphère	76
11.2 Dangers du rayonnement connexe	76
11.3 Risques électriques	76
11.4 Agents cryogènes	78
11.5 Traitement des matériaux	78
11.6 Autres risques	78
12 Procédures de contrôle des risques	78
12.1 Généralités	78
12.2 Evaluation du risque pour les lasers des classes 3B et 4 utilisés à l'extérieur	80
12.3 Protection individuelle	80
12.4 Démonstrations, affichages et spectacles utilisant des lasers	80

Clause	Page
6 Other informational requirements	45
6.1 Information for the user	45
6.2 Purchasing and servicing information	47
7 Additional requirements for specific laser products	47
7.1 Medical laser products	47
7.2 Laser fibre optic transmission system	47
8 Tests	49
8.1 General	49
8.2 Measurements of laser radiation for determining classification	49
9 Classification	53
9.1 Introduction	53
9.2 Description of laser classes	53
9.3 Classification procedures	53
9.4 Repetitively pulsed or modulated lasers	55
SECTION THREE – USER'S GUIDE	
10 Safety precautions	69
10.1 General	69
10.2 Use of remote interlock connector	69
10.3 Key control	71
10.4 Beam stop or attenuator	71
10.5 Warning signs	71
10.6 Beam paths	71
10.7 Specular reflections	71
10.8 Eye protection	73
10.9 Protective clothing	75
10.10 Training	75
10.11 Medical supervision	75
11 Hazards incidental to laser operation	77
11.1 Atmospheric contamination	77
11.2 Collateral radiation hazards	77
11.3 Electrical hazards	77
11.4 Cryogenic coolants	79
11.5 Materials processing	79
11.6 Other hazards	79
12 Procedures for hazard control	79
12.1 General	79
12.2 Hazard evaluation for Class 3B and Class 4 lasers used outdoors	81
12.3 Personal protection	81
12.4 Laser demonstrations, displays and exhibitions	81

Articles	Pages
12.5 Installations des lasers de laboratoire et d'atelier	82
12.6 Installations des lasers de chantier et de construction	84
13 Expositions maximales permises	88
13.1 Remarques générales	88
13.2 Diaphragme limite	88
13.3 Lasers modulés ou à impulsions répétitives	90
13.4 Conditions de mesure	90
13.5 Sources laser étendues	92
 Annexes	
A Exemples de calculs	114
B Considérations médicales	176
C Bibliographie	188
D Tableaux récapitulatifs	190
E Laser de forte puissance, considérations particulières pour les installations de traitement des matériaux par laser	198
F Publications CEI complémentaires	206

Withholding

Clause	Page
12.5 Laboratory and workshop laser installations	83
12.6 Outdoor and construction laser installations	85
13 Maximum permissible exposures	89
13.1 General remarks	89
13.2 Limiting apertures	89
13.3 Repetitively pulsed or modulated lasers	91
13.4 Measurement conditions	91
13.5 Extended source lasers	93

Annexes

A	Examples of calculations	115
B	Medical considerations	177
C	Bibliography	188
D	Summary tables	191
E	High power laser considerations particularly appropriate to materials processing laser products	199
F	Related IEC standards	207

Withholding

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES APPAREILS À LASER –

Partie 1: Classification des matériels,
prescriptions et guide de l'utilisateur

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 825-1 a été établie par le comité d'études 76 de la CEI: Matériels laser.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapports de vote	Amendement au DIS	Rapport de vote
76(BC)6 76(BC)15 76(BC)28 & 28B	76(BC)7 76(BC)16 76(BC)34	76(BC)8	76(BC)11

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette partie.

Cette première édition de la CEI 825-1 annule et remplace la première édition de la CEI 825 publiée en 1984 et son amendement 1 dont elle constitue une révision technique. Elle annule et remplace également la CEI 820 publiée en 1986.

La CEI 825-1 a le statut d'une publication groupée de sécurité pour ce qui concerne les aspects du rayonnement laser relatifs à la sécurité des personnes conformément au Guide CEI 104.

La CEI 825-1 est également appelée «partie 1» dans cette publication.

Les annexes A, B, C, D, E et F sont données à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

Part 1: Equipment classification, requirements
and user's guide

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 825-1 has been prepared by IEC technical committee 76: Laser equipment.

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

DIS	Reports on voting	Amendment to DIS	Report on voting
76(CO)6 76(CO)15 76(CO)28 & 28B	76(CO)7 76(CO)16 76(CO)34	76(CO)8	76(CO)11

Full information on the voting for the approval of this part can be found in the reports on voting indicated in the above table.

This first edition of IEC 825-1 cancels and replaces the first edition of IEC 825 published in 1984, and its amendment 1, of which it constitutes a technical revision. It also cancels and replaces IEC 820 published in 1986.

IEC 825-1 has the status of a Group Safety publication for laser radiation aspects pertaining to human safety in accordance with IEC Guide 104.

IEC 825-1 is also referred to as "part 1" in this publication.

Annexes A, B, C, D, E and F are given for information only.

SÉCURITÉ DES APPAREILS À LASER –

Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur

Section un – Généralités

1 Domaine d'application et objet

1.1 *Domaine d'application*

La CEI 825-1 est relative à la sécurité des appareils à laser. Par commodité, elle est divisée en trois sections séparées: section un (Généralités) et les annexes, section deux (Prescriptions de fabrication) et section trois (Guide de l'utilisateur)*.

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 CEI 825-1, étant donné que l'appareil final sera, lui-même, soumis à cette norme.

Tout au long de cette partie 1, les diodes électroluminescentes (DEL) sont incluses à chaque fois que le mot «laser» est utilisé.

Tout appareil à laser ou appareil à DEL n'est pas soumis aux prescriptions de la présente partie 1

- si la classification par le fabricant selon les articles 3, 8 et 9 indique que le niveau d'émission n'excède pas la limite d'émission accessible (LEA) de la classe 1 dans toutes les conditions de fonctionnement, d'entretien, de réglage ou de défaut, et
- s'il ne contient pas un laser ou une DEL incorporé.

En complément des risques associés au rayonnement laser, les appareils à laser peuvent éventuellement présenter aussi d'autres risques tels que constituer un danger d'incendie ou provoquer un choc électrique.

Cette norme donne les prescriptions minimales.

Lorsqu'un système à laser constitue une partie d'un matériel qui est soumis pour des raisons de sécurité, à une autre norme CEI (par ex. matériels médicaux (CEI 601-2-22), matériels de bureau (CEI 950), matériels audio et vidéo (CEI 65), matériels pour utilisation

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

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide

Section One – General

1 Scope and object

1.1 Scope

IEC 825-1 is applicable to safety of laser products. For convenience it is divided into three separate sections: Section One (General) and the annexes; Section Two (Manufacturing requirements); and Section Three (User's guide*).

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 phenomena; materials 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 IEC 825-1, since the final product will itself be subject to this standard.

Throughout this part 1 light emitting diodes (LED) are included whenever the word "laser" is used.

Any laser product or LED product is exempt from all further requirements of this part 1 if

- classification by the manufacturer according to clauses 3, 8 and 9 shows that the emission level does not exceed the AEL of Class 1 under all conditions of operation, maintenance, service and failure, and
- it does not contain an embedded laser or embedded LED.

In addition to the hazards resulting from laser radiation, laser equipment may also give rise to other hazards such as fire and electric shock.

This part 1 describes the minimum requirements.

Where a laser system forms a part of equipment which is subject to another IEC standard for safety (e.g. for medical equipment (IEC 601-2-22), office machines (IEC 950), audio and video equipment (IEC 65), equipment for use in hazardous atmospheres), this part 1

* Some countries have requirements which differ from Section Three of this part 1. Therefore, contact the appropriate national agency for these requirements.

en atmosphères dangereuses), la présente partie 1 de sécurité des appareils à laser sera appliquée en plus de la norme de sécurité du matériel. Cependant, si le système à laser est utilisable lorsqu'il est ôté de ce matériel, les exigences de cette partie 1 doivent s'appliquer à ce système amovible.

S'il n'y a pas de norme de sécurité du matériel directement applicable, alors la CEI 1010-1 doit s'appliquer.

Les valeurs des EMP (expositions maximales permises) de cette partie 1 ont été établies pour le rayonnement laser et ne s'appliquent pas au rayonnement connexe.

Cependant, s'il demeure une inquiétude concernant le risque d'un rayonnement connexe, les valeurs des EMP pour les lasers peuvent être appliquées pour minimiser ce risque.

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.

1.2 Objet

1.2.1 Protéger les personnes contre le rayonnement laser dans la gamme de longueurs d'onde allant de 180 nm à 1 mm* en indiquant les niveaux d'utilisation en toute sécurité du rayonnement laser et en introduisant un système de classification des lasers et des appareils à laser compte tenu du degré de risque qu'ils présentent.

1.2.2 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.

1.2.3 Assurer aux personnes une mise en garde appropriée contre les risques associés au rayonnement accessible des appareils à laser, par signalisation, étiquetage et instructions.

1.2.4 Diminuer la possibilité d'accident en réduisant au minimum le rayonnement accessible non utile, procurer un meilleur contrôle des risques liés au 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.

1.2.5 Protéger les personnes contre les autres risques résultant du fonctionnement et de l'utilisation des appareils à laser.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la

* Dans la présente partie 1, le domaine de longueurs d'onde λ_1 à λ_2 signifie $\lambda_1 \leq \lambda < \lambda_2$ (par exemple 180 nm à 1 mm signifie $180 \text{ nm} \leq \lambda < 1 \text{ mm}$).

for the safety of laser products will apply in addition to the product safety standard. However, if the laser system is operable when removed from the equipment, the requirements of this part 1 will apply to the removed unit.

If no product safety standard is applicable, then IEC 1010-1 shall apply.

The MPE (maximum permissible exposure) values of this part 1 were developed for laser radiation and do not apply to collateral radiation.

However, if a concern exists that accessible collateral radiation might be hazardous, the laser MPE values may be applied to conservatively evaluate this risk.

The MPE values shall not be applicable to patient exposure to laser radiation for the purpose of medical treatment.

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

1.2 Object

1.2.1 To protect persons from laser radiation in the wavelength range 180 nm to 1 mm* 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.

1.2.2 To lay down requirements for both user and manufacturer to establish procedures and supply information so that proper precautions can be adopted.

1.2.3 To ensure adequate warning to individuals of hazards associated with accessible radiation from laser products through signs, labels and instructions.

1.2.4 To reduce the possibility of injury by minimizing unnecessary accessible radiation and to give improved control of the laser radiation hazards through protective features and provide safe usage of laser products by specifying user control measures.

1.2.5 To protect persons against other hazards resulting from the operation and use of laser products.

2 Normative references

The following standards contain provisions which through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 825. At the time of publication, the editions indicated were

* In this part 1, the wavelength range λ_1 to λ_2 means $\lambda_1 \leq \lambda < \lambda_2$ (e.g. 180 nm to 1 mm means $180 \text{ nm} \leq \lambda < 1 \text{ mm}$).

CEI 825. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 825 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 27-1:1992, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 1: Généralités*

CEI 50(845): 1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 845: Eclairage*

CEI 601-2-22: 1992, *Appareils électromédicaux – Partie 2: Règles particulières de sécurité pour les appareils thérapeutiques et de diagnostic à laser*

CEI 825-2: 1993, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques*

CEI 1010-1: 1990, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*
Amendement 1: 1992

CEI 1040: 1990, *Détecteurs, instruments et matériels de mesurage de puissance et d'énergie des rayonnements laser*

ISO 1000: 1992, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

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;

* Pour plus de commodité, on les a disposées dans l'ordre alphabétique anglais. Des divergences par rapport à la CEI 50(845) sont voulues et signalées. La référence est faite au numéro de la définition du chapitre 845 de la CEI 50.

valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 825 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 27-1: 1992, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

IEC 50(845): 1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 845: Lighting*

IEC 601-2-22: 1992, *Medical electrical equipment – Part 2: Particular requirements for the safety of diagnostic and therapeutic laser equipment*

IEC 825-2: 1993, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems*

IEC 1010-1: 1990, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements*
Amendment 1, 1992

IEC 1040: 1990, *Power and energy measuring detectors, instruments and equipment for laser radiation*

ISO 1000: 1992, *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units.*

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,

* Arranged here for convenience in English alphabetical order. Departures from IEC 50(845) are intentional and are indicated. Reference is made to the definition number in Chapter 845 of IEC 50.

- b) positionnement ou ajustement correct des 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 (3.6).

3.6 **diamètre apparent** (α): Diamètre apparent d'une source apparente (y compris les réflexions diffuses) vue par l'oeil de l'observateur ou au point de mesure (Voir également Diamètre apparent maximum (3.49) et Diamètre apparent minimum (3.53)). Ce concept est discuté à l'article A.3 de l'annexe A.

3.7 **ouverture, diaphragme**: Une ouverture est toute ouverture dans le capot de protection ou dans une autre enceinte d'un appareil à laser, à travers laquelle est émis un rayonnement laser permettant ainsi l'accès humain à un tel rayonnement.

Un diaphragme est toute ouverture servant à définir la surface sur laquelle le rayonnement est mesuré.

3.8 **source apparente**: Tout objet réel ou virtuel qui forme la plus petite image rétinienne possible.

NOTE – Cette définition est utilisée pour déterminer l'emplacement de l'origine apparente du rayonnement laser dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 1 400 nm, en partant du principe que la source apparente se trouve dans la plage d'accommodation de l'oeil (≥ 100 mm). Dans la limite de la divergence de fuite, c'est-à-dire dans le cas d'un faisceau parfaitement collimaté, l'emplacement de la source apparente tend vers l'infini.

Le concept de source apparente est utilisé dans la gamme étendue de longueurs d'onde de 302,5 nm à 4 000 nm où il est possible de faire converger des rayonnements par des lentilles conventionnelles.

3.9 **atténuateur de faisceau**: Dispositif qui réduit le rayonnement laser à une valeur égale ou inférieure à un niveau déterminé.

3.10 **diamètre d'un faisceau (largeur du faisceau)**: Diamètre d'un faisceau d_u en un point de l'espace est le diamètre du plus petit cercle qui contient u % de la puissance totale du laser (ou de l'énergie). Pour les besoins de cette norme d_{63} est utilisé.

NOTE – Dans le cas d'un faisceau gaussien, d_{63} correspond aux points où l'éclairement énergétique (ou l'exposition énergétique) tombe à 1/e de sa valeur centrale maximale.

3.11 **divergence du faisceau**: La divergence du faisceau est l'angle en champ lointain du cône défini par les diamètres du faisceau. Si les diamètres du faisceau (voir 3.10) en deux points séparés d'une distance L sont d_{63} et d'_{63} , la divergence de faisceau est donnée par:

$$\arctan \left[(d_{63} - d'_{63}) / L \right]$$

Unité SI: radian

3.12 **système optique afocal**: Combinaison d'éléments optiques destinés à augmenter le diamètre d'un faisceau laser.

3.13 **composant du trajet du faisceau**: Composant optique qui contribue à définir le trajet du faisceau (ex. un miroir d'orientation du faisceau ou une lentille de focalisation).

3.14 **arrêt de faisceau**: Dispositif qui interrompt le trajet d'un faisceau laser.

- b) positioning or adjusting parts in relation to one another,
- c) defining a plane, level, elevation or straight line.

3.5 **alpha min.** ($\alpha_{\min}$): See angular subtense (3.6)

3.6 **angular subtense** (α): The visual angle subtended by the apparent source (including diffuse reflections) at the eye of an observer or at the point of measurement (see also maximum angular subtense (3.49) and minimum angular subtense (3.53)). This concept is discussed in clause A.3 of annex A.

3.7 **aperture, aperture stop**: An aperture is 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.

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

3.8 **apparent source**: The real or virtual object that forms the smallest possible retinal image.

NOTE – This definition is used to determine the location of the apparent origin of laser radiation in the wavelength range of 400 nm to 1400 nm, with the assumption of the apparent source being located in the eye's range of accommodation (≥ 100 mm). In the limit of vanishing divergence, i.e. in the case of an ideally collimated beam, the location of the apparent source goes to infinity.

The concept of an apparent source is used in the extended wavelength region 302,5 nm to 4 000 nm since focusing by conventional lenses might be possible in that region.

3.9 **beam attenuator**: A device which reduces the laser radiation to or below a specified level.

3.10 **beam diameter (beam width)**: The beam diameter d_u at a point in space is the diameter of the smallest circle which contains u % of the total laser power (or energy). For the purpose of this standard d_{63} is used.

NOTE – In the case of a Gaussian beam, d_{63} corresponds to the point where the irradiance (radiant exposure) falls to 1/e of its central peak value.

3.11 **beam divergence**: The beam divergence is the far field plane angle of the cone defined by the beam diameter. If the beam diameters (see 3.10) at two points separated by a distance L are d_{63} and d'_{63} the divergence is given by:

$$\arctan \left[(d_{63} - d'_{63}) / L \right]$$

SI unit: radian

3.12 **beam expander**: A combination of optical elements which will increase the diameter of a laser beam.

3.13 **beam path component**: An optical component which lies on a defined beam path (e.g. a beam steering mirror or a focusing lens).

3.14 **beam stop**: A device which terminates a laser beam path.

3.15 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 9.2).

3.16 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'onde de 400 nm à 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 9.2).

3.17 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 9.2).

3.18 appareil 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 9.2).

3.19 rayonnement connexe: Tout rayonnement électromagnétique dans la gamme de longueurs d'onde de 180 nm à 1 mm, excepté le rayonnement laser émis par un appareil à laser comme résultat du, ou physiquement nécessaire pour, le fonctionnement d'un laser.

3.20 faisceau collimaté: Faisceau de rayonnement «parallèle» à très faible divergence ou convergence.

3.21 émission continue: Emission d'un laser fonctionnant en continu et non pas en impulsions. Dans la présente partie 1, un laser émettant de façon continue pendant une durée égale ou supérieure à 0,25 s est considéré comme un laser à émission continue.

3.22 trajet défini du faisceau: Trajet prévu du faisceau laser dans l'appareil à laser.

3.23 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.

3.24 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 VET 845-04-47.

3.25 appareil avec laser incorporé: Dans cette partie 1, 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 justiciable.

3.26 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.

3.15 Class 1 laser product: Any laser product which does not permits human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 1 for applicable wavelengths and emission durations (see 9.2).

3.16 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 9.2).

3.17 Class 3A and Class 3B laser products: 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 9.2).

3.18 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 9.2).

3.19 collateral radiation: Any electromagnetic radiation, within the wavelength range between 180 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.

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

3.21 continuous wave (CW): The output of a laser which is operated in a continuous rather than pulsed mode. In this part 1, a laser operating with a continuous output for a period equal to or greater than 0,25 s is regarded as a CW laser.

3.22 defined beam path: An intended path of a laser beam within the laser product.

3.23 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.

3.24 diffuse reflection: Change of the spatial distribution of a beam of radiation by scattering 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 IEC 845-04-47.

3.25 embedded laser product: In this part 1 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.

3.26 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.

3.27 rayonnement laser erratique: Rayonnement laser qui dévie d'un trajet défini du faisceau. Un tel rayonnement inclut les réflexions secondaires imprévues par des composants du trajet du faisceau, les rayonnements déviés par des composants désalignés ou endommagés et les réflexions par une pièce en cours de traitement.

3.28 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.

3.29 vision d'une source étendue: Condition de vision par laquelle la source apparente à une distance de 100 mm ou plus est vue par l'observateur sous un angle supérieur au diamètre apparent limite ($\alpha_{\min}$).

Citons comme exemple la vision de réflexions diffuses et de réseaux de diodes laser.

3.30 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.

3.31 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 ou que le capot mobile soit verrouillé en position fermée.

3.32 accès humain:

a) Possibilité pour une partie du corps humain de rencontrer un rayonnement laser dangereux émis par une ouverture, ou possibilité pour une sonde rectiligne de diamètre 12 mm et de longueur maximum 80 mm d'intercepter un rayonnement laser de classe 2, 3A ou 3B ne dépassant pas 5 fois la LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm, ou

b) Pour les niveaux de rayonnement laser qui dépassent à l'intérieur d'une enceinte de protection les limites de a), la possibilité pour une partie du corps humain d'intercepter un rayonnement laser dangereux qui peut être réfléchi directement par toute surface plate introduite dans tout orifice de l'enceinte de l'appareil.

3.33 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 $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$).

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

Exemples: vision de faisceaux collimatés et de sources ponctuelles.

3.35 éclairage énergétique: Quotient du flux énergétique $d\Phi$ reçu par un élément de la surface contenant le point, par l'air dA de cet élément.

Symbole: E

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

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

3.27 errant laser radiation: Laser radiation which deviates from a defined beam path. Such radiation includes unwanted secondary reflections from beam path components, deviant radiation from misaligned or damaged components, and reflections from a work-piece.

3.28 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.

3.29 extended source viewing: The viewing conditions whereby the apparent source at a distance of 100 mm or more subtends an angle at the eye greater than the limiting angular subtense ($\alpha_{\min}$).

Examples are viewing of some diffuse reflections and of some laser diode arrays.

3.30 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.

3.31 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.

3.32 human access:

a) Capability for a part of the human body to meet hazardous laser radiation either as emitted from an aperture, or capability for a straight 12 mm diameter probe up to 80 mm long to intercept laser radiation of Class 2, 3A, or 3B of not more than 5 times the AEL of class 2 in the wavelength region from 400 nm to 700 nm, or

b) For levels of laser radiation within a housing that exceed the limits in a) the capability for any part of the human body to meet hazardous laser radiation that can be reflected directly by any single introduced flat surface from the interior of the product through any opening in its protective housing.

3.33 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 $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$).

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

Examples are viewing of collimated beams and of point-type sources.

3.35 irradiance: Quotient of the radiant flux $d\Phi$ incident on an element of a surface by the area dA of that element.

Symbol: E

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

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

3.36 laser: Tout dispositif que l'on peut réaliser pour produire ou amplifier un rayonnement électromagnétique compris dans la gamme de longueurs d'onde de 180 nm à 1 mm essentiellement par le phénomène d'émission stimulée contrôlée.

NOTE – Cette définition diffère de celle du VEI 845-04-39.

3.37 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.

3.38 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.

3.39 zone de risque laser: voir zone nominale de risque optique (3.55).

3.40 système de transmission laser à fibre optique: Un système incluant un ou plusieurs émetteurs laser en association avec un câble de fibres optiques.

3.41 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.

3.42 rayonnement laser: Tout rayonnement électromagnétique émis par un appareil à laser, compris dans la gamme de longueurs d'onde de 180 nm à 1 mm, qui est produit par l'émission stimulée contrôlée.

3.43 responsable de sécurité laser: 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.

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

3.45 appareils à laser de nivellement: Voir appareil à laser d'alignement (3.4).

3.46 diode électroluminescente (DEL): Tout dispositif semiconducteur à jonction p-n qui peut produire un rayonnement électromagnétique par recombinaison directe dans le semiconducteur, dans la gamme de longueurs d'onde de 180 nm à 1 mm. (Le rayonnement optique est produit principalement par le processus d'émission spontanée, bien qu'il puisse y avoir une certaine émission stimulée.)

3.47 diaphragme limite: Surface circulaire sur laquelle la moyenne d'un éclairement ou d'une exposition énergétique est établie.

3.48 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.

3.36 laser: Any device which can be made to produce or amplify electromagnetic radiation in the wavelength range from 180 nm to 1 mm primarily by the process of controlled stimulated emission.

NOTE – This definition is different for IEC 845-04-39.

3.37 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.

3.38 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.

3.39 laser hazard area: See nominal ocular hazard area (3.55).

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

3.41 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.

3.42 laser radiation: All electromagnetic radiation emitted by a laser product between 180 nm and 1 mm which is produced as a result of controlled stimulated emission.

3.43 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.

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

3.45 levelling laser product: See alignment laser product (3.4).

3.46 light emitting diode (LED): Any semiconductor p-n junction device which can be made to produce electromagnetic radiation by radiative recombination in the semiconductor in the wavelength range from 180 nm to 1 mm. (The optical radiation is produced primarily by the process of spontaneous emission, although some stimulated emission may be present.)

3.47 limiting aperture: The circular area over which irradiance and radiant exposure are averaged.

3.48 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.

3.49 diamètre apparent maximum ($\alpha_{\max}$): Valeur du diamètre apparent de la source apparente au-dessus de laquelle les EMP et les LEA sont indépendantes de la dimension de la source.

3.50 émission maximale: Valeur maximale de la puissance du 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.

3.51 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.

3.52 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.

3.53 diamètre apparent minimum ($\alpha_{\min}$): Valeur du diamètre apparent de la source apparente au-dessus de laquelle une source est considérée comme une source étendue. Les EMP et les LEA sont indépendants de la dimension de la source pour les diamètres apparents inférieurs à $\alpha_{\min}$.

3.54 blocage de mode: Dispositif ou phénomènes, 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.

3.55 zone nominale de risque optique (ZNRO): Zone à l'intérieur de laquelle l'éclairement ou 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».

3.56 distance nominale de risque oculaire (DNRO): Distance pour laquelle l'éclairement ou l'exposition énergétique est égale à l'exposition maximale permise (EMP) appropriée au niveau de la cornée. Si la DNRO comprend la possibilité de vision assistée optiquement, elle est désignée par «DNRO étendue».

3.57 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.

3.58 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.

3.49 maximum angular subtense ($\alpha_{\max}$): The value of angular subtense of the apparent source above which the MPEs and AELs are independent of the source size.

3.50 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.

3.51 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 1 400 nm, the size of the retinal image. Maximum Permissible Exposure levels are (in the existing state of knowledge) specified in clause 13. Annex A gives examples of the calculations of MPE levels.

3.52 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.

3.53 minimum angular subtense ($\alpha_{\min}$): The value of angular subtense of the apparent source above which a source is considered an extended source. MPEs and AELs are independent of the source size for angular subtenses less than $\alpha_{\min}$.

3.54 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.

3.55 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".

3.56 nominal ocular hazard distance (NOHD): The distance at which the beam irradiance or radiant exposure equals the appropriate corneal maximum permissible exposure (MPE). If the NOHD includes the possibility of optically-aided viewing, this is termed the "extended NOHD".

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

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

3.59 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).

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

3.61 laser impulsionnel: Laser qui délivre son énergie sous forme d'une seule impulsion ou d'un train d'impulsions. Dans la présente partie 1, la durée d'une impulsion est inférieure à 0,25 s.

3.62 luminance énergétique: Grandeur définie par la formule

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

où

$d\Phi$ est le flux énergétique transmis par un faisceau élémentaire passant par le point donné et se propageant dans l'angle solide $d\Omega$ contenant la direction donnée;

dA est l'aire d'une section de ce faisceau au point donné;

θ est l'angle entre la normale à cette section et la direction du faisceau.

Symbole: L

Unité: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

NOTE – Cette définition est une version simplifiée du VEl 845-01-34, suffisante pour les besoins de la présente partie 1. En cas de doute, on suivra la définition du VEl.

3.63 énergie rayonnante: Intégrale par rapport au temps du flux énergétique pendant une durée donnée Δt (VEI 845-01-27):

Symbole: Q $Q = \int_{\Delta t} \Phi dt$

Unité SI: joule (J)

3.64 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 ($\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$)

3.65 puissance rayonnante; flux énergétique: Puissance émise, transmise ou reçue sous forme de rayonnement (VEI 845-01-24).

Symbole: Φ, P $\Phi = \frac{dQ}{dt}$

Unité SI: watt (W)

3.59 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).

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

3.61 pulsed laser: A laser which delivers its energy in the form of a single pulse or a train of pulses. In this part 1, the duration of a pulse is less than 0,25 s.

3.62 radiance: Quantity defined by the formula

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

where

$d\Phi$ is the radiant flux transmitted by an elementary beam passing through the given point and propagating in the solid angle $d\Omega$ containing the given direction;

dA is the area of a section of that beam containing the given point;

θ is the angle between the normal to that section and the direction of the beam.

Symbol: L
Unit: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

NOTE – This definition is a simplified version of IEC 845-01-34, sufficient for the purpose of this part 1. In cases of doubt, the IEC definition should be followed.

3.63 radiant energy: Time integral of the radiant flux over a given duration Δt (IEV 845-01-27):

Symbol: Q

$$Q = \int_{\Delta t} \Phi dt$$

SI unit: joule (J)

3.64 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

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

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

3.65 radiant power; radiant flux: Power emitted, transferred, or received in the form of radiation (IEV 845-01-24).

Symbol: Φ , P

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

SI unit: watt (W)

3.66 facteur de réflexion: Rapport du flux énergétique réfléchi au flux incident dans les conditions données (VEI 845-04-58).

Symbole: ρ
Unité SI: 1

3.67 connecteur de verrouillage à distance: Connecteur électrique qui permet la connexion des commandes extérieures séparées des autres composants de l'appareil à laser (voir 4.4).

3.68 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.

3.69 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.

3.70 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.

3.71 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.

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

3.73 condition de premier défaut: Tout premier défaut qui peut survenir dans un appareil et les conséquences directes qui en résultent.

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

3.75 appareil à laser de topographie: Voir appareil à laser d'alignement (3.4).

3.76 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.

3.77 facteur de transmission: rapport du flux énergétique transmis au flux incident dans les conditions données (VEI 845-04-59).

Symbole: τ .
Unité SI: 1

3.78 densité optique: Logarithme décimal de l'inverse du facteur de transmission τ (VEI 845-04-66).

Symbole: D

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

3.66 reflectance: Ratio of the reflected radiant power to the incident radiant power in the given conditions (IEV 845-04-58).

Symbol: ρ
SI unit: 1

3.67 remote interlock connector: A connector which permits the connection of external controls placed apart from other components of the laser product (see 4.4).

3.68 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.

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

3.70 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.

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

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

3.73 single fault condition: Any single fault that might occur in a product and the direct consequences of that fault.

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

3.75 surveying laser product: See alignment laser product (3.4).

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

3.77 transmittance: Ratio of the transmitted radiant flux to the incident flux in the given conditions (IEV 845-04-59).

Symbol: τ
SI unit: 1

3.78 transmittance (optical) density: Logarithm to base ten of the reciprocal of the Transmittance τ (IEV 845-04-66).

Symbol: D

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

3.79 rayonnement visible (lumière): Tout rayonnement optique susceptible de produire directement une sensation visuelle (VEI 845-01-03).

NOTE – Dans la présente partie 1 cela signifie: rayonnement électromagnétique pour lequel les longueurs d'onde des composantes monochromatiques sont comprises entre 400 nm et 700 nm.

3.80 pièce à traiter: Un objet destiné à être traité par rayonnement laser.

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 en 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.

4.1.1 Modification

Si la modification d'un appareil à 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 à laser.

4.2 Capot de protection

4.2.1 Généralités

Tout appareil à laser doit avoir un capot de protection qui, lorsqu'il est en place, empêche l'accès humain à un rayonnement laser (y compris un rayonnement laser erratique) excédant les limites de la classe 1, sauf où l'accès humain est nécessaire pour remplir la (ou les) fonction(s) de l'appareil. (Voir le guide d'utilisation de l'annexe E pour appliquer cette exigence aux lasers de forte puissance).

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 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 à laser démontable

Si un appareil à laser incorporé ou un système à 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.

3.79 visible radiation (light): Any optical radiation capable of causing a visual sensation directly (IEV 845-01-03).

NOTE – In this part 1, this is taken to mean electromagnetic radiation for which the wavelength of the monochromatic components lie between 400 nm and 700 nm.

3.80 workpiece: An object intended for processing by laser radiation.

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 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

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 shall have a protective housing which, when in place, prevents human access to laser radiation (including errant laser radiation) in excess of Class 1, except when human access is necessary for the performance of the function(s) of the product. (See annex E for guidance on this requirement for high power lasers).

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 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 Verrouillages de sécurité

4.3.1 Un verrouillage de sécurité doit être prévu pour les panneaux d'accès des capots de protection lorsque les deux conditions suivantes sont remplies:

- a) le panneau d'accès est conçu pour être retiré ou déplacé au cours de l'entretien ou du fonctionnement, et
- b) le retrait du panneau permet l'accès humain à des niveaux de rayonnement laser dépassant la LEA de la classe 3A; cependant, un verrouillage de sécurité n'est pas exigé pour les appareils à laser des classes 3B ou 4 si le rayonnement laser intérieur accessible est de classe 3B, dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm, et est inférieur à cinq fois la LEA de la classe 2.

Le tableau ci-dessous indique (X) la nécessité d'un verrouillage de sécurité.

Classe de l'appareil	Emission accessible au cours du retrait des panneaux d'accès				
	1	2	3A	3B	4
1	–	–	–	X	X
2	–	–	–	X	X
3A	–	–	–	X	X
3B	–	–	–	X*	X
4	–	–	–	X*	X

* Non exigé si le rayonnement laser intérieur accessible est de classe 3B, dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm, et est inférieur à cinq fois la LEA de la classe 2.

Le retrait du panneau ne doit pas entraîner une émission par cette ouverture qui soit supérieure à la LEA de la classe 3A.

Le verrouillage de sécurité doit être conçu afin d'empêcher le retrait du panneau tant que les valeurs de l'émission accessible ne sont pas inférieures aux LEA de la classe assignée et, dans tous les cas, inférieures aux limites spécifiées en 4.3.1b). La neutralisation involontaire du verrouillage de sécurité ne doit pas permettre l'émission à des valeurs supérieures à la LEA de la classe assignée ni au-dessus des limites spécifiées au point b) de 4.3.1.

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 de 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.

4.3 Access panels and safety interlocks

4.3.1 A safety interlock shall be provided for access panels of protective housings when both of the following conditions are met:

- a) the access panel is intended to be removed or displaced during maintenance or operation, and
- b) the removal of the panel gives human access to laser radiation levels in excess of the AEL of Class 3A; however, a safety interlock is not required for a Class 3B or 4 product if the interior accessible laser radiation is Class 3B, is in the range of 400 nm to 700 nm, and is less than five times the AEL of Class 2.

The table below indicates (X) the necessity of a safety interlock.

Product class	Accessible emission during removal of access panel				
	1	2	3A	3B	4
1	—	—	—	X	X
2	—	—	—	X	X
3A	—	—	—	X	X
3B	—	—	—	X*	X
4	—	—	—	X*	X

* Not required if the interior accessible laser radiation is Class 3B in the range 400 nm to 700 nm, and is less than five times the AEL of Class 2.

Removal of the panel shall not result in emission through the opening in excess of the AEL for Class 3A.

The safety interlock shall be of a design which prevents the removal of the panel until the accessible emission levels are below the AEL of the Class assigned and, in any case, below the limits specified in 4.3.1b). Inadvertent resetting of the interlock shall not in itself restore emission values above the AEL of the Class assigned nor above the limits specified in 4.3.1b).

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 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 *Connecteur de verrouillage à distance*

Tout système à laser appartenant à l'une des classes suivantes doit être équipé d'un connecteur de verrouillage à distance: classe 4 et classe 3B, sauf pour la classe 3B ne présentant pas plus de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm. Lorsque les bornes du connecteur ne sont pas raccordées électriquement, le rayonnement accessible ne doit pas dépasser les LEA des classes 1, 2 ou 3A.

4.5 *Commande à clé*

Tout système à laser appartenant à l'une des classes suivantes doit être équipé d'un organe de commande principal actionné par clé: classe 4 et classe 3B, sauf pour la classe 3B ne présentant pas plus de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm. La clé doit pouvoir être retirée et le rayonnement laser ne doit pas être accessible lorsque la clé est retirée. Dans la présente partie 1, 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*

4.6.1 Chaque système à laser appartenant à l'une des classes suivantes doit donner un avertissement auditif ou visuel quand il est mis en marche ou si la batterie de condensateurs des lasers à impulsions est en cours de charge ou n'a pas été déchargée de façon certaine: classe 4 et classe 3B sauf pour la classe 3B ne présentant pas plus de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm. Le dispositif d'avertissement doit être à sécurité positive ou redondant. Tout dispositif d'avertissement visible doit être clairement visible à travers un protecteur oculaire conçu spécifiquement pour la (les) longueur(s) d'onde du rayonnement laser émis. Le (les) dispositif(s) d'avertissement visible doit (doivent) être situé(s) de façon que son (leurs) observation(s) ne nécessite(nt) pas l'exposition au rayonnement laser excédant les LEA des classes 1 et 2.

4.6.2 Chaque contrôle de fonctionnement et ouverture du laser qui peuvent être séparés par une distance de 2 mètres ou plus du dispositif d'avertissement d'émission doivent eux-mêmes comporter un tel dispositif d'avertissement. Le dispositif d'avertissement doit être clairement visible ou audible par une personne à proximité d'un contrôle de fonctionnement ou d'une ouverture du laser.

4.6.3 Si le rayonnement laser est susceptible d'être distribué à travers plus d'une ouverture, un dispositif d'avertissement visible doit clairement indiquer l'ouverture ou les ouvertures à travers la ou lesquelles peut sortir le rayonnement laser, en accord avec 4.6.1.

4.7 *Arrêt de faisceau ou atténuateur*

Tout système à laser appartenant à l'une des classes suivantes doit être équipé d'un ou plusieurs moyens fixés à demeure (arrêt de faisceau ou atténuateur, autres que: interrupteur d'alimentation laser, connecteur d'alimentation électrique ou clé de commande): Classe 4 et classe 3B, sauf pour la classe 3B ne présentant pas plus de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm. L'arrêt de faisceau ou l'atténuateur doit être capable d'empêcher l'accès humain au rayonnement laser dépassant les LEA des classes 1, 2 ou 3A.

4.4 Remote interlock connector

Any laser system belonging to one of the following classes shall have a remote interlock connector: Class 4 and Class 3B, except for Class 3B with not more than five times the AEL of Class 2 in the wavelength range from 400 nm to 700 nm. When the terminals of the connector are open-circuited, the accessible radiation shall not exceed the AEL for Class 1, Class 2 or Class 3A.

4.5 Key control

Any laser system belonging to one of the following classes shall incorporate a key operated master control: Class 4 and Class 3B, except for Class 3B with not more than five times the AEL of Class 2 in the wavelength range from 400 nm to 700 nm. The key shall be removable and the laser radiation shall not be accessible when the key is removed. In this part 1 the term "key" includes any other control devices, such as magnetic cards, cipher combinations, etc.

4.6 Laser radiation emission warning

4.6.1 Each laser system belonging to one of the following classes shall give an audible or visible warning when it is switched on or if capacitor banks of a pulsed laser are being charged or have not been positively discharged: Class 4 and Class 3B, except for those Class 3B lasers with not more than 5 times the AEL of Class 2 in the wavelength range from 400 nm to 700 nm. The warning device shall be fail-safe or redundant. Any visible warning device shall be clearly visible through protective eyewear specifically designed for the wavelength(s) of the emitted laser radiation. The visible warning device(s) shall be located so that viewing does not require exposure to laser radiation in excess to the AEL for Class 1 and Class 2.

4.6.2 Each operational control and laser aperture that can be separated by 2 metres or more from a radiation warning device shall itself be provided with a radiation warning device. The warning device shall be clearly visible or audible to the person in the vicinity of the operational control or laser aperture.

4.6.3 Where the laser emission may be distributed through more than one output aperture, then a visible warning device shall clearly indicate the output aperture or apertures through which laser emission can occur, in accordance with 4.6.1.

4.7 Beam stop or attenuator

Any laser system belonging to one of the following classes shall incorporate one or more permanently attached means of attenuation (beam stop or attenuator, other than a laser energy source switch, mains connector or key control) : Class 4 and Class 3B, except for Class 3B with not more than five times the AEL of Class 2 in the wavelength range from 400 nm to 700 nm. The beam stop or attenuator shall be capable of preventing human access to laser radiation in excess of the AEL for Class 1, Class 2 or Class 3A.

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.

4.9 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 manoeuvre 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.

4.11 Aides à l'alignement

Si l'entretien courant exige l'alignement des composants du trajet du faisceau, des moyens sûrs doivent être fournis pour le réaliser.

4.12 Accès «piétonnier»

Si une enceinte de protection est équipée avec un panneau d'accès qui prévoit un accès «piétonnier», alors:

- a) des moyens doivent être fournis de façon que toute personne pénétrant dans l'enceinte puisse empêcher le risque de mise en marche inopinée du laser, sauf pour les classes 1, 2, 3A ou 3B présentant pas plus de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm;
- b) un dispositif d'avertissement d'émission doit être placé de manière à prévenir toute personne, susceptible d'être à l'intérieur de l'enceinte, de l'émission d'un rayonnement laser excédant les LEA des lasers de la classe 3A et ceux de la classe 3B ne présentant pas plus de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm.

4.13 Considérations liées à l'environnement

L'appareil à laser doit satisfaire aux exigences de sécurité définies dans cette norme dans toutes les conditions prévisibles et appropriées à son fonctionnement pour son utilisation normale. Les paramètres qui doivent être pris en compte sont:

- les conditions climatiques (exemple: température, humidité relative);
- les vibrations et les chocs.

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 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.

4.11 Alignment aids

Where routine maintenance requires the alignment of beam path components, then a safe means of achieving this shall be provided.

4.12 "Walk-in" access

If a protective housing is equipped with an access panel which provides "walk-in" access then:

- a) means shall be provided so that any person entering the housing can prevent unintentional activation of the laser hazard, except for Class 1, 2, 3A, or 3B with not more than 5 times the AEL for Class 2 in the wavelength range from 400 nm to 700 nm;
- b) an emission warning device shall be situated so as to provide adequate warning to any person, who might be within the housing, of emission of laser radiation in excess of the AEL for Class 3A and those Class 3B lasers with not more than five times the AEL for Class 2 in the wavelength range from 400 nm to 700 nm.

4.13 Environmental conditions

The laser product shall meet the safety requirements defined in this standard under all expected operating conditions appropriate to the intended use of the product. Factors to be considered shall include:

- climatic conditions (e.g. temperature, relative humidity);
- vibration and shock.

Si rien n'est prévu dans la norme de sécurité applicable, les paragraphes appropriés de la CEI 1010-1 doivent s'appliquer.

NOTE – Les prescriptions relatives à la susceptibilité électromagnétique sont à l'étude.

4.14 Protection contre les autres risques

4.14.1 Risques non liés au rayonnement optique

Les prescriptions des normes de sécurité applicables à l'appareil doivent être satisfaites en fonctionnement normal et en condition de premier défaut pour les risques suivants:

- risques électriques;
- température excessive;
- risque de propagation d'incendie à partir de l'appareil ;
- sons et ultrasons;
- substances dangereuses;
- explosion.

Si aucune clause n'a été prévue dans la norme de sécurité applicable à l'appareil, les paragraphes appropriés de la CEI 1010-1 doivent s'appliquer.

NOTE - De nombreux pays ont leurs réglementations sur le contrôle des substances toxiques ou nocives. Contacter l'organisme national compétent pour ces prescriptions.

4.14.2 Rayonnement connexe

L'enceinte de protection de l'appareil à laser doit normalement assurer une protection contre les rayonnements connexes (par exemple UV, visible, IR).

Cependant, s'il demeure une inquiétude concernant le risque d'un rayonnement connexe, les valeurs des EMP pour les lasers peuvent être appliquées pour minimiser ce risque.

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. La bordure, le texte et les symboles doivent être en noir sur fond jaune sauf pour la classe 1 où cette combinaison de couleurs n'est pas nécessaire.

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 l'appareil à laser de classe 1 doit être fixée une plaque indicatrice (figure 15) portant les mots:

APPAREIL À LASER DE CLASSE 1

If no provisions are made in the product safety standard, the relevant subclauses of IEC 1010-1 shall apply.

NOTE – Requirements related to electromagnetic susceptibility are under consideration.

4.14 *Protection against other hazards*

4.14.1 *Non-optical hazards*

The requirements of the relevant product safety standard shall be fulfilled during operation and in the event of a single fault for the following:

- electrical hazards;
- excessive temperature;
- spread of fire from the equipment;
- sound and ultrasonics;
- harmful substances;
- explosion.

If no provisions are included in the product safety standard, the relevant subclauses of IEC 1010-1 shall apply.

NOTE – Many countries have regulations for the control of harmful substances. Contact the appropriate national agency for these requirements.

4.14.2 *Collateral radiation*

The protective housing of laser products will normally protect against the hazards of collateral radiation (e.g. UV, visible, IR).

However, if a concern exists that accessible collateral radiation might be hazardous, the laser MPE values may be applied to conservatively evaluate this risk.

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 except for Class 1 where this colour combination need not be used.

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) bearing the words:

CLASS 1 LASER PRODUCT

ou à la place, à la discrétion du fabricant, la même assertion peut être reproduite dans le guide de l'utilisateur.

5.3 *Classe 2*

Sur tout appareil à laser de classe 2 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
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'OEIL NU NI À L'AIDE D'UN INSTRUMENT D'OPTIQUE
APPAREIL À LASER DE LA CLASSE 3A

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'OEIL 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

or instead, at the discretion of the manufacturer, the same statement may be included in the information for the user.

5.3 Class 2

Each Class 2 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
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 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 Information sur le rayonnement émis et les normes

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 émise(s). Le nom et la date de publication de la norme à laquelle l'appareil répond doivent figurer sur la plaque indicatrice ou à tout autre emplacement proche de l'appareil.

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 ces 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'OEIL 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'OEIL 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.

5.9.2 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 5.9.1.

5.8 Radiation output and standards information

Each laser product (except those of Class 1) shall be described on the explanatory label (figure 15) by a statement of the maximum output of laser radiation, the pulse duration (if appropriate) and the emitted wavelength(s). The name and publication date of the standard to which the product was classified shall be included on the explanatory label or elsewhere in close proximity on the product.

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 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 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».

5.11 *Avertissement pour rayonnement laser visible*

L'expression «rayonnement laser» figurant sur les plaques indicatrices peut être changée en «lumière laser», si l'émission laser est située dans la gamme de longueurs d'onde (visibles) de 400 nm à 700 nm.

5.12 *Avertissement pour le rayonnement des DEL*

Pour le rayonnement des DEL, le mot «laser» figurant sur les étiquettes mentionnées à l'article 5 doit être remplacé par «DEL».

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).

De plus, pour les appareils à laser incorporés et les autres appareils à laser intégrés dans un appareil, des renseignements identiques doivent être fournis pour décrire le laser qui est intégré. Les renseignements doivent aussi inclure les instructions de sécurité appropriées pour l'utilisateur afin de l'avertir du danger d'une exposition accidentelle au rayonnement laser.

- c) Des reproductions lisibles (couleur facultative) de toutes les indications 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 fournis 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.

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 from 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".

5.11 *Warning for visible laser radiation*

The wording "laser radiation" on the explanatory labels may be modified to read "laser light" if the output of the laser is in the (visible) wavelength range from 400 nm to 700 nm.

5.12 *Warning for LED radiation*

For LED radiation the word "Laser" on the labels in clause 5 shall be replaced by "LED".

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).

Additionally, for embedded laser products and other incorporated laser products, similar information shall be provided to describe the incorporated laser. The information shall also include appropriate safety instructions to the user to avoid inadvertent exposure to hazardous laser radiation.

- 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) 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.

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, la classification inhérente à la sécurité de chaque appareil à laser doit être mentionnée.
- 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 à tous les autres risques, ainsi qu'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 1, 2, 3 et 4. 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:

- a) Tout appareil à laser médical de classe 3B ou de classe 4 doit se conformer à la CEI 601-2-22.
- b) Le fabricant doit fournir avec chaque appareil à laser médical les instructions spécifiant une procédure et un plan d'étalonnage du système de mesure.

7.2 Système de transmission laser par fibre optique

Les systèmes à laser qui emploient la transmission par fibre optique doivent avoir des connexions de câbles destinées au réglage qui nécessitent l'utilisation d'un outil pour les déconnecter si la LEA des classes 1, 2 et 3A est dépassée quand la déconnexion est établie et si ces connexions de câbles font partie du capot de protection.

Il convient également de prendre soin d'incorporer de atténuateurs mécaniques de faisceau sur les connecteurs si le réglage est effectué dans une zone de travail non protégée. un dispositif approprié permettant la détection de toute interruption de la liaison par fibre opti-

- 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 *Purchasing and servicing information*

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

- a) In all catalogues, specification sheets and descriptive brochures, the safety classification of each laser product shall be stated.
- 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 other hazards 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 1, 2, 3 and 4. 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;

- a) Any Class 3B or Class 4 medical laser product shall comply with IEC 601-2-22.
- b) The manufacturer shall supply with each medical laser product instructions specifying a procedure and schedule for calibration of the measurement system.

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, Class 2 and Class 3A is exceeded when disconnected and if such cable connections form part of the protective housing.

Consideration should be given to incorporating mechanical beam attenuators at connectors if service is anticipated in an unsupervised work area. A device suitable for the detection of any optical fibre link interruption should be included in Classes 4 and 3B. This

que doit être incorporé dans les classes 4 et 3B. Ce dispositif doit immédiatement interrompre l'émission laser et déclencher au même moment un avertissement audible ou visuel.

Pour la sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques, la CEI 825-2 s'applique.

8 Essais

8.1 Généralités

Les essais doivent tenir compte de toutes les erreurs et toutes les incertitudes statistiques dans le processus de mesure (voir la CEI 1040) 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 exécutés au cours du fonctionnement doivent être utilisés pour déterminer la classification de l'appareil. Les essais exécutés au cours de l'entretien et du réglage doivent être utilisés de manière appropriée pour déterminer les prescriptions relatives aux verrouillages de sécurité, à l'étiquetage et aux renseignements pour l'utilisateur. De tels essais doivent être exécutés pour chaque condition raisonnablement prévisible de premier défaut.

Des essais ou procédures équivalents peuvent être acceptés.

8.2 Mesure 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 laser selon 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).

Dans la gamme de longueurs d'onde de 302,5 nm à 4 000 nm, le diaphragme de mesure ne doit pas être placé à une distance inférieure à 100 mm de la source apparente.

- 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.