

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60825-4

Deuxième édition
Second edition
2006-08

Sécurité des appareils à laser –

**Partie 4:
Protecteurs pour lasers**

Safety of laser products –

**Part 4:
Laser guards**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60825-4:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60825-4

Deuxième édition
Second edition
2006-08

Sécurité des appareils à laser –

**Partie 4:
Protecteurs pour lasers**

Safety of laser products –

**Part 4:
Laser guards**

© IEC 2006 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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XB**

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	8
INTRODUCTION	12
1 Domaine d'application	14
2 Références normatives	14
3 Définitions	14
4 Machines de traitement à laser	18
4.1 Exigences de conception	18
4.2 Exigences de performance	20
4.3 Validation	20
4.4 Guide de l'utilisateur	22
5 Protecteur d'origine pour laser	22
5.1 Exigences de conception	22
5.2 Exigences de performances	22
5.3 Exigences de spécification	22
5.4 Exigences d'essai	24
5.5 Exigences d'étiquetage	24
5.6 Guide de l'utilisateur	26
Annexe A (informative) Guide général sur la conception et la sélection des protecteurs pour laser	28
Annexe B (informative) Evaluation de la limite prévisible d'exposition (LPE)	32
Annexe C (informative) Elaboration des termes définis	46
Annexe D (normative) Essais des protecteurs d'origine pour laser	50
Annexe E (informative) Lignes directrices pour le montage et l'installation des protecteurs pour lasers	54
Annexe F (informative) Lignes directrices pour l'évaluation de l'aptitude des protecteurs pour lasers	74
Bibliographie	132
Figure B.1 – Calcul des réflexions diffuses	34
Figure B.2 – Calcul des réflexions spéculaires	34
Figure B.3 – Quelques exemples de conditions de défauts prévisibles	36
Figure B.4 – Quatre exemples de faisceaux laser erratiques susceptibles d'avoir à être contenus par un protecteur temporaire dans des conditions d'entretien	38
Figure B.5 – Illustration de l'exposition du protecteur pour lasers au cours du fonctionnement répétitif de la machine	40
Figure B.6 – Deux exemples de durée d'exposition évaluée	42
Figure B.7 – Durée d'exposition évaluée pour une machine sans aucun contrôle de sécurité	44
Figure C.1 – Illustration de la protection autour d'une machine de traitement à laser	46
Figure C.2 – Illustration des paramètres des protecteurs pour lasers actifs	48
Figure D.1 – Schéma simplifié de la disposition pour l'essai	52

CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	15
2 Normative references.....	15
3 Definitions	15
4 Laser processing machines.....	19
4.1 Design requirements.....	19
4.2 Performance requirements.....	21
4.3 Validation	21
4.4 User information	23
5 Proprietary laser guards.....	23
5.1 Design requirements.....	23
5.2 Performance requirements.....	23
5.3 Specification requirements.....	23
5.4 Test requirements.....	25
5.5 Labelling requirements.....	25
5.6 User information	27
Annex A (informative) General guidance on the design and selection of laser guards.....	29
Annex B (informative) Assessment of foreseeable exposure limit (FEL)	33
Annex C (informative) Elaboration of defined terms	47
Annex D (normative) Proprietary laser guard testing	51
Annex E (informative) Guidelines on the arrangement and installation of laser guards.....	55
Annex F (informative) Guideline for assessing the suitability of laser guards	75
Bibliography	133
Figure B.1 – Calculation of diffuse reflections	35
Figure B.2 – Calculation of specular reflections	35
Figure B.3 – Some examples of a foreseeable fault condition	37
Figure B.4 – Four examples of errant laser beams that might have to be contained by a temporary guard under service conditions	39
Figure B.5 – Illustration of laser guard exposure during repetitive machine operation	41
Figure B.6 – Two examples of assessed duration of exposure	43
Figure B.7 – Assessed duration of exposure for a machine with no safety monitoring.....	45
Figure C.1 – Illustration of guarding around a laser processing machine	47
Figure C.2 – Illustration of active laser guard parameters	49
Figure D.1 – Simplified diagram of the test arrangement.....	53

Figure F.1 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	110
Figure F.2 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	110
Figure F.3 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	112
Figure F.4 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	112
Figure F.5 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 3 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	114
Figure F.6 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 3 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	114
Figure F.7 – Résistance aux dommages d'une feuille d'aluminium d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	116
Figure F.8 – Résistance aux dommages d'une feuille d'aluminium d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	116
Figure F.9 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier inoxydable d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	118
Figure F.10 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier inoxydable d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	118
Figure F.11 – Résistance aux dommages d'une feuille en polycarbonate d'une épaisseur de 6 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	120
Figure F.12 – Résistance aux dommages d'une feuille en polycarbonate d'une épaisseur de 6 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW CO ₂	120
Figure F.13 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG.....	122
Figure F.14 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG.....	122
Figure F.15 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG.....	124
Figure F.16 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG.....	124
Figure F.17 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 3 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG.....	126

Figure F.1 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	111
Figure F.2 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	111
Figure F.3 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	113
Figure F.4 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	113
Figure F.5 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	115
Figure F.6 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	115
Figure F.7 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	117
Figure F.8 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	117
Figure F.9 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	119
Figure F.10 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	119
Figure F.11 – Damage resistance of 6 mm thick polycarbonate sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	121
Figure F.12 – Damage resistance of 6 mm thick polycarbonate sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO ₂ laser	121
Figure F.13 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser	123
Figure F.14 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser	123
Figure F.15 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser	125
Figure F.16 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser	125
Figure F.17 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser	127

Figure F.18 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 3 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG	126
Figure F.19 – Résistance aux dommages d'une feuille d'aluminium d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG	128
Figure F.20 – Résistance aux dommages d'une feuille d'aluminium d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG	128
Figure F.21 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier inoxydable d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG	130
Figure F.22 – Résistance aux dommages d'une feuille d'acier inoxydable d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG	130
Tableau D.1 – Classification des protecteurs pour laser.....	52
Tableau F.1 – Application de l'ALARP	80

Figure F.18 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser	127
Figure F.19 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser	129
Figure F.20 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser	129
Figure F.21 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser	131
Figure F.22 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser	131
Table D.1 – Laser guard classification	53
Table F.1 – Application of ALARP	81

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES APPAREILS À LASER –

Partie 4: Protecteurs pour lasers

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés «Publication(s) de la CEI»). 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60825-4 a été établie par le comité d'études 76 de la CEI: Sécurité des rayonnements optiques et matériels laser.

Cette seconde édition de la CEI 60825-4 annule et remplace la première édition parue en 1997, l'amendement 1 (2002) et l'amendement 2 (2003).

Le document 76/342/FDIS, qui a circulé comme amendement 3 auprès des Comités nationaux de la CEI, a conduit à la publication de la nouvelle édition.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF LASER PRODUCTS –**Part 4: Laser guards**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60825-4 has been prepared by IEC technical committee 76: Optical radiation safety and laser equipment.

This second edition of IEC 60825-4 cancels and replaces the first edition published in 1997, its amendment 1 (2002) and its amendment 2 (2003).

The document 76/342/FDIS, circulated to the National Committees as amendment 3, led to the publication of the new edition.

Le texte de cette norme est basé sur la première édition, son Amendement 1, son Amendement 2 et sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
76/342/FDIS	76/351/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

The text of this standard is based on the first edition, its amendment 1, amendment 2 and the following documents:

FDIS	Report on voting
76/342/FDIS	76/351/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

A de faibles niveaux d'éclairement ou d'exposition énergétique, la sélection du matériau et de l'épaisseur de la protection contre le rayonnement laser est déterminée essentiellement par le besoin de fournir une atténuation optique suffisante. Cependant, à des niveaux plus élevés, une considération supplémentaire est la capacité du rayonnement laser à enlever le matériau de l'écran de protection – généralement par fusion, oxydation ou ablation, procédés qui pourraient conduire à un rayonnement laser pénétrant un matériau normalement opaque.

La CEI 60825-1 traite de questions fondamentales concernant les barrières pour lasers, y compris l'accès humain, les dispositifs de verrouillage et l'étiquetage, et fournit des lignes directrices générales sur la conception de capots et d'enceintes de protection pour les lasers de forte puissance.

La présente partie de la CEI 60825 traite de la protection contre le rayonnement laser uniquement. Les risques provenant du rayonnement secondaire qui peuvent se produire au cours du traitement des matériaux ne sont pas étudiés.

Les protecteurs pour laser peuvent également être conformes aux normes pour les protecteurs oculaires contre le rayonnement laser, mais une telle conformité n'est pas nécessairement suffisante pour satisfaire aux exigences de la présente norme.

Lorsque le terme «éclairement énergétique» est utilisé, l'expression implique «éclairement ou exposition énergétique, le cas échéant».

INTRODUCTION

At low levels of irradiance or radiant exposure, the selection of material and thickness for shielding against laser radiation is determined primarily by a need to provide sufficient optical attenuation. However, at higher levels, an additional consideration is the ability of the laser radiation to remove guard material – typically by melting, oxidation or ablation; processes that could lead to laser radiation penetrating a normally opaque material.

IEC 60825-1 deals with basic issues concerning laser guards, including human access, interlocking and labelling, and gives general guidance on the design of protective housings and enclosures for high-power lasers.

This part of IEC 60825 deals with protection against laser radiation only. Hazards from secondary radiation that may arise during material processing are not addressed.

Laser guards may also comply with standards for laser protective eyewear, but such compliance is not necessarily sufficient to satisfy the requirements of this standard.

Where the term “irradiance” is used, the expression “irradiance or radiant exposure, as appropriate” is implied.

SECURITÉ DES APPAREILS À LASER –

Partie 4: Protecteurs pour lasers

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60825 spécifie les exigences pour les protecteurs pour lasers, permanents et temporaires (par exemple pour l'entretien), qui protègent la zone de traitement d'une machine à laser, ainsi que les spécifications pour les protecteurs d'origine pour lasers.

La présente norme s'applique à tous les composants d'un protecteur, y compris les écrans clairs (visiblement transmetteurs) et les fenêtres d'observation, les panneaux, les rideaux pour lasers et les parois. Les exigences pour les composants du trajet du faisceau, les dispositifs d'arrêt du faisceau et les autres parties d'un capot de protection d'un appareil à laser qui ne protègent pas la zone de traitement sont contenues dans la CEI 60825-1.

De plus, la présente partie de la CEI 60825 indique:

- a) comment évaluer et spécifier les propriétés de protection d'un protecteur pour lasers; et
- b) comment sélectionner un protecteur pour lasers.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60825-1:1993, *Sécurité des appareils lasers – Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur*¹⁾

Amendement 1 (1997)

Amendement 2 (2001)

ISO 12100-1:2003, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 1: Terminologie de base, méthodologie*

ISO 12100-2:2003, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 2: Principes et spécifications techniques*

ISO 11553-1:2005, *Sécurité des machines – Machines à laser – Prescriptions de sécurité*

3 Définitions

Dans le cadre de la présente partie de la CEI 60825, les définitions suivantes s'appliquent en plus des définitions données dans la CEI 60825-1.

¹⁾ Il existe une édition consolidée (1.2), qui comprend la CEI 60825-1:2001 et ses Amendements 1 (1997) et 2 (2001).

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

Part 4: Laser guards

1 Scope

This part of IEC 60825 specifies the requirements for laser guards, permanent and temporary (for example for service), that enclose the process zone of a laser processing machine, and specifications for proprietary laser guards.

This standard applies to all component parts of a guard including clear (visibly transmitting) screens and viewing windows, panels, laser curtains and walls. Requirements for beam path components, beam stops and those other parts of a protective housing of a laser product which do not enclose the process zone are contained in IEC 60825-1.

In addition this part of IEC 60825 indicates:

- a) how to assess and specify the protective properties of a laser guard; and
- b) how to select a laser guard.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60825-1:1993, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide* ¹⁾

Amendment 1 (1997)

Amendment 2 (2001)

ISO 12100-1:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology*

ISO 12100-2:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 2: Technical principles and specifications*

ISO 11553-1:2005, *Safety of machinery – Laser processing machines – Safety requirements*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60825, the following definitions apply in addition to the definitions given in IEC 60825-1.

¹⁾ A consolidated edition (1.2) exists, including IEC 60825-1:2001 and its Amendments 1 (1997) and 2 (2001).

3.1

temps de protection du protecteur actif

pour une exposition donnée à des rayonnements laser de la surface frontale d'un protecteur actif pour lasers, le temps minimal, mesuré à partir de l'émission d'un signal d'interruption du protecteur actif, pendant lequel le protecteur actif pour lasers peut empêcher de façon sûre au niveau de sa face arrière le rayonnement laser accessible de dépasser la LEA (limite d'émission accessible) de la classe 1

3.2

signal d'interruption du protecteur actif

signal émis par un protecteur actif en réponse à une exposition excessive de sa surface frontale au rayonnement laser, et qui est destiné à entraîner une interruption automatique du rayonnement laser

NOTE L'action d'un verrouillage de sécurité qui crée un circuit ouvert est considérée comme un «signal» dans ce contexte.

3.3

protecteur actif pour laser

protection pour laser qui fait partie d'un système de commande lié à la sécurité. Le système de commande produit un signal d'interruption du protecteur actif en réponse à l'effet du rayonnement laser sur la surface frontale du protecteur pour lasers

3.4

limite prévisible d'exposition

LPE

exposition maximale à des rayonnements laser de la surface frontale du protecteur pour lasers, dans l'intervalle de temps entre deux contrôles d'entretien, évaluée dans des conditions de défaut normales et raisonnablement prévisibles

3.5

surface frontale

face du protecteur pour laser prévue pour être exposée aux rayonnements lasers

3.6

protecteur pour laser

écran physique qui limite l'étendue d'une zone de danger en empêchant le rayonnement laser accessible au niveau de sa surface arrière de dépasser la LEA de la classe 1

3.7

machine à laser

machine qui utilise un laser afin de traiter les matériaux et qui se trouve dans le domaine d'application de l'ISO 11553-1

3.8

temps d'interruption du laser

temps maximal pris, à partir de la production d'un signal d'interruption du protecteur actif, pour que le rayonnement laser soit interrompu

NOTE Le temps d'interruption du laser ne se rapporte pas à la réponse d'un protecteur pour lasers actif, mais à la réponse de la machine à laser, en particulier de l'obturateur de sécurité du laser.

3.9

espacement des contrôles d'entretien

temps qui s'écoule entre les contrôles d'entretien de sécurité successifs d'un protecteur pour lasers

3.10

protecteur passif pour laser

protecteur pour lasers qui ne repose pour son fonctionnement que sur ses propriétés physiques

3.1**active guard protection time**

for a given laser exposure of the front surface of an active laser guard, the minimum time, measured from the issue of an active guard termination signal, for which the active laser guard can safely prevent laser radiation accessible at its rear surface from exceeding the class 1 AEL

3.2**active guard termination signal**

the signal issued by an active guard in response to an excess exposure of its front surface to laser radiation and which is intended to lead to automatic termination of the laser radiation

NOTE The action of a safety interlock becoming open circuit is considered a "signal" in this context.

3.3**active laser guard**

a laser guard which is part of a safety-related control system. The control system generates an active guard termination signal in response to the effect of laser radiation on the front surface of the laser guard

3.4**foreseeable exposure limit****FEL**

the maximum laser exposure on the front surface of the laser guard, within the maintenance inspection interval, assessed under normal and reasonably foreseeable fault conditions

3.5**front surface**

the face of the laser guard intended for exposure to laser radiation

3.6**laser guard**

a physical barrier which limits the extent of a danger zone by preventing laser radiation accessible at its rear surface from exceeding the class 1 AEL

3.7**laser processing machine**

a machine which uses a laser to process materials and is within the scope of ISO 11553-1

3.8**laser termination time**

the maximum time taken, from generation of an active guard termination signal, for the laser radiation to be terminated

NOTE Laser termination time does not refer to the response of an active laser guard but to the response of the laser processing machine, in particular the laser safety shutter.

3.9**maintenance inspection interval**

the time between successive safety maintenance inspections of a laser guard

3.10**passive laser guard**

a laser guard which relies for its operation on its physical properties only

3.11

zone de traitement

zone dans laquelle le faisceau laser interagit avec le matériau à traiter

3.12

protecteur d'origine pour laser

protecteur pour lasers passif ou actif, proposé par son fabricant comme un protecteur avec une limite d'exposition protégée spécifiée

3.13

limite d'exposition protégée

LEP

exposition maximale à des rayonnements lasers de la surface frontale d'un protecteur pour lasers qui est spécifiée afin d'empêcher le rayonnement laser accessible au niveau de sa surface arrière de dépasser la LEA de la classe 1

NOTE 1 En pratique, il peut y avoir plusieurs expositions maximales.

NOTE 2 Différentes LEP peuvent être attribuées à différents emplacements d'un protecteur pour lasers, si ces emplacements sont clairement identifiables (par exemple, un trou d'observation faisant partie intégrante d'un protecteur pour lasers).

3.14

surface arrière

toute surface d'un protecteur pour lasers qui est éloignée du rayonnement laser associé et généralement accessible à l'utilisateur

3.15

raisonnablement prévisible

événement (ou condition), lorsqu'il est crédible et que sa probabilité d'apparition (ou d'existence) ne peut pas être négligée

3.16

contrôle d'entretien de sécurité

contrôle documenté réalisé conformément aux instructions du fabricant

3.17

protecteur temporaire pour laser

protecteur de substitution pour lasers ou protecteur supplémentaire actif ou passif, destiné à limiter l'étendue de la zone de danger au cours de certaines opérations d'entretien de la machine à laser

4 Machines de traitement à laser

Le présent article spécifie les exigences applicables aux protecteurs pour laser qui protègent la zone de traitement et sont fournis par le fabricant de la machine de traitement à laser.

4.1 Exigences de conception

Un protecteur pour laser doit satisfaire à l'ISO 12100-2 en ce qui concerne les exigences générales pour les protecteurs et également les exigences plus spécifiques concernant leur emplacement et leur méthode de fixation. De plus, les exigences spécifiques suivantes concernant les lasers doivent être remplies.

4.1.1 Exigences générales

Un protecteur pour laser, à son emplacement prévu, ne doit donner lieu à aucun risque associé au niveau ou au-delà de sa surface arrière lorsqu'il est exposé à un rayonnement laser jusqu'à la limite d'exposition prévisible.

3.11**process zone**

the zone where the laser beam interacts with the material to be processed

3.12**proprietary laser guard**

a passive or active laser guard, offered by its manufacturer as a guard with a specified protective exposure limit

3.13**protective exposure limit****PEL**

the maximum laser exposure of the front surface of a laser guard which is specified to prevent laser radiation accessible at its rear surface from exceeding the class 1 AEL

NOTE 1 In practice, there may be more than one maximum exposure.

NOTE 2 Different PELs may be assigned to different regions of a laser guard if these regions are clearly identifiable (for example a viewing window forming an integral part of a laser guard).

3.14**rear surface**

any surface of a laser guard that is remote from the associated laser radiation and usually accessible to the user

3.15**reasonably foreseeable**

an event (or condition) when it is credible and its likelihood of occurrence (or existence) cannot be disregarded

3.16**safety maintenance inspection**

documented inspection performed in accordance with manufacturer's instructions

3.17**temporary laser guard**

a substitute or supplementary active or passive laser guard intended to limit the extent of the danger zone during some service operations of the laser processing machine

4 Laser processing machines

This clause specifies the requirements for laser guards that enclose the process zone and are supplied by the laser processing machine manufacturer.

4.1 Design requirements

A laser guard shall satisfy ISO 12100-2 with respect to the general requirements for guards and also the more specific requirements with regard to its location and method of fixture. In addition, the following specific laser requirements shall be met.

4.1.1 General requirements

A laser guard, in its intended location, shall not give rise to any associated hazard at or beyond its rear surface when exposed to laser radiation up to the foreseeable exposure limit.

NOTE 1 Parmi les risques associés, figurent les températures élevées, le dégagement de matières toxiques, les incendies, les explosions, l'électricité.

NOTE 2 Voir l'Annexe B pour l'évaluation de la limite d'exposition prévisible.

4.1.2 Consommables des protecteurs pour laser

Des dispositions doivent être prises pour le remplacement des parties d'un protecteur pour laser susceptibles d'être endommagées par le rayonnement laser.

NOTE Un exemple d'une telle partie serait un écran sacrificiable ou interchangeable.

4.2 Exigences de performance

4.2.1 Généralités

Lorsque la surface frontale d'un protecteur pour laser est exposée à un rayonnement laser à la limite d'exposition prévisible, le protecteur pour lasers doit empêcher le rayonnement laser accessible au niveau de sa surface arrière de dépasser la LEA de la classe 1 à n'importe quel moment entre deux contrôles d'entretien. Pour les machines automatiques de traitement à laser, la valeur minimale de l'intervalle de temps entre deux contrôles d'entretien doit être de 8 h.

Cette exigence doit être satisfaite pendant la durée de vie prévue du protecteur pour lasers dans les conditions envisagées de fonctionnement.

NOTE 1 Cette exigence implique à la fois une faible transmission du rayonnement laser et la résistance aux dommages résultant du rayonnement laser.

NOTE 2 Certains matériaux peuvent perdre leurs propriétés de protection en raison du vieillissement, de l'exposition aux rayonnements ultraviolets, de certains gaz, de la température, de l'humidité, et d'autres conditions d'environnement. De plus, certains matériaux transmettront un rayonnement laser sous une exposition à des rayonnements laser de forte intensité, même s'il peut n'y avoir aucun dommage visible (c'est-à-dire blanchissement réversible).

4.2.2 Protecteur actif pour laser

- a) Le temps de protection d'un protecteur actif doit dépasser le temps d'interruption du laser jusqu'aux limites d'exposition prévisibles.
- b) La génération d'un signal d'interruption d'un protecteur actif doit provoquer un avertissement visible ou audible. Un réarmement manuel est nécessaire avant que l'émission laser puisse recommencer.

NOTE Voir l'Article C.2 pour une élaboration des termes.

4.3 Validation

Si le fabricant de machines de traitement à laser choisit de faire un protecteur pour laser, le fabricant doit confirmer que le protecteur est conforme aux exigences de conception de 4.1 et peut satisfaire aux exigences de performances établies en 4.2.

NOTE Voir l'Annexe A qui donne des lignes directrices concernant la conception et la sélection des protecteurs pour laser.

4.3.1 Validation des performances

4.3.1.1 Le protecteur pour laser complet, ou un échantillon approprié du matériau de construction du protecteur pour laser, doit être soumis aux essais à chaque LPE identifiée.

NOTE 1 Un tableau des LPE prédéterminées pour les combinaisons communes de laser et de matériaux de protection, conjointement avec des procédures d'essai appropriées feront l'objet d'une annexe informative dans un amendement futur à la présente norme. Cela pourrait fournir une alternative simple aux essais directs dans la majorité des cas.

NOTE 2 Voir l'Annexe B pour l'évaluation de la LPE.

NOTE 1 Examples of associated hazards include: high temperature, the release of toxic materials, fire, explosion, electricity.

NOTE 2 See Annex B for assessment of foreseeable exposure limit.

4.1.2 Consumable parts of laser guards

Provision shall be made for the replacement of parts of a laser guard prone to damage by laser radiation.

NOTE An example of such a part would be a sacrificial or interchangeable screen.

4.2 Performance requirements

4.2.1 General

When the front surface of a laser guard is subjected to exposure to laser radiation at the foreseeable exposure limit, the laser guard shall prevent laser radiation accessible at its rear surface from exceeding the class 1 AEL at any time over the period of the maintenance inspection interval. For automated laser processing machines, the minimum value of the maintenance inspection interval shall be 8 h.

This requirement shall be satisfied over the intended lifetime of the laser guard under expected conditions of operation.

NOTE 1 This requirement implies both low transmission of laser radiation and resistance to laser-induced damage.

NOTE 2 Some materials may lose their protective properties due to ageing, exposure to ultraviolet radiation, certain gases, temperature, humidity and other environmental conditions. Additionally, some materials will transmit laser radiation under high-intensity laser exposure, even though there may be no visible damage (i.e. reversible bleaching).

4.2.2 Active laser guards

- a) The active guard protection time shall exceed the laser termination time up to the foreseeable exposure limits.
- b) The generation of an active guard termination signal shall give rise to a visible or audible warning. A manual reset is required before laser emission can recommence.

NOTE See Annex C.2 for an elaboration of terms.

4.3 Validation

If the laser processing machine manufacturer chooses to make a laser guard, the manufacturer shall confirm that the guard complies with the design requirements of 4.1 and can satisfy the performance requirements set out in 4.2.

NOTE See Annex A for guidance on the design and selection of laser guards.

4.3.1 Validation of performance

4.3.1.1 The complete laser guard, or an appropriate sample of the material of construction of the laser guard, shall be tested at each FEL identified.

NOTE 1 A table of predetermined PELs for common combinations of lasers and guarding materials, together with suitable testing procedures shall be issued as an informative annex in a future amendment to this standard. This could provide a simple alternative to direct testing for the majority of cases.

NOTE 2 See Annex B for the assessment of FEL.

4.3.1.2 En vue de la réalisation d'essais, l'exposition à la LPE doit être atteinte soit:

- a) en calculant ou en mesurant l'exposition et en reproduisant les conditions; soit
- b) sans quantifier la LPE, en créant les conditions de la machine dans lesquelles la LPE est produite.

L'état du protecteur pour laser ou de l'échantillon doit être représentatif des conditions physiques de la surface frontale permises dans le cadre des instructions de vérifications périodiques et pour la durée utile de la protection, qui réduisent les propriétés de protection au rayonnement laser du protecteur pour laser (par exemple, usure et contamination de surface) (voir 4.4.2).

4.4 Guide de l'utilisateur

4.4.1 Le fabricant doit fournir à l'utilisateur la documentation qui indique l'intervalle de temps entre deux contrôles d'entretien pour le protecteur pour laser, fournir tous les détails relatifs au contrôle et à ses procédures d'essai, au nettoyage, au remplacement ou à la réparation des pièces endommagées, accompagnés de toutes les restrictions d'utilisation.

4.4.2 Le fabricant doit fournir à l'utilisateur la documentation qui indique qu'après toute activation du système de commande de sécurité d'un protecteur actif, la cause doit être recherchée, la recherche des dommages doit être effectuée, et toute action nécessaire pour y remédier doit être prise avant de réinitialiser le système de commande.

5 Protecteur d'origine pour laser

Le présent article spécifie les exigences devant être satisfaites par les fournisseurs de protecteur d'origine pour laser.

5.1 Exigences de conception

Un protecteur d'origine pour laser ne doit pas créer de risques associés au niveau ou au-delà de sa surface arrière lorsqu'il est exposé à un rayonnement laser jusqu'à la LEP spécifiée, lorsqu'il est utilisé comme spécifié dans les informations utilisateur (voir 5.6).

5.2 Exigences de performances

Le rayonnement laser accessible au niveau de la surface arrière du protecteur pour laser ne doit pas dépasser la LEA de la classe 1 lorsque sa surface frontale est soumise au rayonnement laser à la LEP spécifiée. Pour un protecteur actif pour laser, cette exigence doit s'appliquer pour le rayonnement laser accessible pendant la période du temps de protection du protecteur actif, mesurée à partir du moment où un signal d'interruption du protecteur actif est émis.

Cette exigence doit être satisfaite pendant la durée de vie prévue du protecteur dans les conditions prévues d'entretien.

5.3 Exigences de spécification

La spécification complète d'une LEP doit inclure les informations suivantes:

- a) l'amplitude et la variation en fonction du temps de l'éclairement ou de l'exposition énergétique au niveau de la surface frontale du protecteur pour laser (en unités de Wm^{-2} ou Jm^{-2} respectivement), spécifiant toute limite supérieure concernant la zone d'exposition;
- b) la durée totale d'exposition dans ces conditions;
- c) la longueur d'onde pour laquelle cette LEP s'applique;
- d) l'angle d'incidence et (si approprié) la polarisation du rayonnement laser incident.

4.3.1.2 For testing purposes, the FEL exposure shall be achieved either:

- a) by calculating or measuring the exposure and reproducing the conditions; or
- b) without quantifying the FEL, by creating the machine conditions under which the FEL is produced.

The condition of the laser guard or sample shall be such as to replicate those physical conditions of the front surface permitted within the scope of the routine inspection instructions and within the service life of the guard, which minimize the laser radiation protective properties of the laser guard (for example wear and tear and surface contamination) (see 4.4.2).

4.4 User information

4.4.1 The manufacturer shall document and provide to the user the maintenance inspection interval for the laser guard, and details of inspection and test procedures, cleaning, replacement or repair of damaged parts, together with any restrictions of use.

4.4.2 The manufacturer shall document and provide to the user instructions that after any actuation of the safety control system of an active guard, the cause shall be investigated, checks shall be made for damage, and the necessary remedial action to be taken before resetting the control system.

5 Proprietary laser guards

This clause specifies the requirements to be satisfied by suppliers of proprietary laser guards.

5.1 Design requirements

A proprietary laser guard shall not create any associated hazard at or beyond its rear surface when exposed to laser radiation up to the specified PEL when used as specified in the user information (see 5.6).

5.2 Performance requirements

The accessible laser radiation at the rear surface of the laser guard shall not exceed the class 1 AEL when its front surface is subjected to laser radiation at the specified PEL. For an active laser guard, this requirement shall apply to laser radiation accessible over the period of the active guard protection time, measured from the moment an active guard termination signal is issued.

This requirement shall be satisfied over the intended lifetime of the guard under expected service conditions.

5.3 Specification requirements

The full specification of a PEL shall include the following information:

- a) the magnitude and variation with time of irradiance or radiant exposure at the front surface of the laser guard (in units of Wm^{-2} or Jm^{-2} respectively), specifying any upper limit to the area of exposure;
- b) the overall duration of exposure under these conditions;
- c) the wavelength for which this PEL applies;
- d) the angle of incidence and (if relevant) the polarization of the incident laser radiation;

- e) toutes les dimensions minimales concernant la zone exposée (par exemple, comme cela pourrait s'appliquer à un protecteur actif pour laser avec des capteurs discrets, de telle sorte qu'un faisceau laser de petit diamètre pourrait traverser le protecteur sans être détecté);
- f) pour un protecteur actif pour laser, le temps de protection du protecteur actif.

NOTE 1 Voir l'Article B.1 pour une élaboration des termes.

NOTE 2 Dans tous les cas, une plage ou un ensemble de valeurs peuvent être établis plutôt qu'une valeur unique.

NOTE 3 Une représentation graphique est admise (par exemple, éclairage énergétique par rapport à la durée, tous les autres paramètres étant constants).

5.4 Exigences d'essai

5.4.1 Généralités

Les essais doivent être réalisés en utilisant le protecteur pour laser complet ou un échantillon approprié du matériau utilisé pour construire le protecteur. Dans les deux cas, la condition du protecteur ou de l'échantillon doit être telle qu'elle reproduise ou dépasse la pire condition physique admissible de la surface frontale, y compris de réflexion de surface réduite et des dommages autorisés dans le cadre des instructions d'entretien périodique (voir 5.6).

Le rayonnement sur la surface frontale doit être soit comme spécifié par la LEP, soit, dans le cas des essais sur échantillon, comme spécifié en 5.4.2 ci-dessous.

Lorsque la surface frontale est soumise aux conditions d'exposition de la LEP, le rayonnement laser accessible mesuré au niveau de la surface arrière du protecteur pour laser ne doit pas dépasser la LEA de la classe 1 (essais conformément à l'Article 8 de la CEI 60825-1). Cette exigence s'applique pendant la durée d'exposition spécifiée dans la LEP ou, dans le cas d'un protecteur actif, pendant le temps de protection spécifié du protecteur actif mesuré à partir du moment où un signal d'interruption du protecteur actif est émis.

NOTE Dans les cas où des matériaux opaques à la ou aux longueur(s) d'ondes du laser sont utilisés (par exemple, les métaux), le rayonnement transmis n'atteindra la LEA de la classe 1 que suite au retrait physique complet (ou presque complet) du matériau le long du cheminement du rayonnement jusqu'à la surface arrière. Dans de tels cas, l'évolution d'un état sans transmission à un état de transmission dépassant largement la LEA de la classe 1 sera par conséquent rapide, et des détecteurs de rayonnement sensibles ne seront pas requis.

5.4.2 Essais sur échantillon

Les essais de l'échantillon de protecteur doivent être réalisés en irradiant la surface frontale du matériau du protecteur en utilisant la procédure et la méthodologie spécifiées dans l'Annexe D.

5.5 Exigences d'étiquetage

5.5.1 Tout étiquetage doit être situé sur la surface arrière du protecteur.

5.5.2 La surface arrière du protecteur doit être clairement identifiée si l'orientation du protecteur a de l'importance.

5.5.3 Si une partie seulement de la surface frontale de la protection est un protecteur pour laser, cette zone doit être clairement identifiée par un surlignage coloré et gras et par des mots pour indiquer la limite extérieure du protecteur pour laser.

5.5.4 L'étiquetage doit indiquer la spécification complète de la LEP.

5.5.5 Le nom du fabricant, la date et le lieu de la fabrication conformément à l'ISO 11553-1, et une déclaration de conformité à la présente norme doivent être fournis.

- e) any minimum dimensions to the irradiated area (for example as might apply to an active laser guard with discrete sensor elements so that a small diameter laser beam could pass through the guard undetected);
- f) for an active laser guard, the active guard protection time.

NOTE 1 See Clause B.1 for an elaboration of terms.

NOTE 2 In all cases, a range or set of values can be stated rather than a single value.

NOTE 3 A graphical form of presentation is acceptable (for example irradiance vs. duration with all other parameters constant).

5.4 Test requirements

5.4.1 General

Testing shall be performed using the complete laser guard or an appropriate sample of the material used to construct the guard. In either case, the condition of the guard or sample shall be such as to replicate or exceed the worst permissible physical condition of the front surface, including reduced surface reflection and damage permitted within the scope of the routine maintenance instructions (see 5.6).

The front surface irradiation shall be either as specified by the PEL or, in the case of sample testing, as specified in 5.4.2 below.

When the front surface is subjected to the PEL exposure conditions, the accessible laser radiation measured at the rear surface of the laser guard shall not exceed the class 1 AEL (tests as prescribed in Clause 8 of 60825-1). This requirement applies over the exposure duration specified in the PEL or, in the case of an active guard, over the specified active guard protection time measured from the moment an active guard termination signal is issued.

NOTE In cases where materials opaque at the laser wavelength(s) are used (for example metals), the transmitted radiation will only rise to the class 1 AEL when complete (or almost complete) physical removal of material along a path through to the rear surface has been achieved. In such cases, the rise from zero transmission to a value greatly in excess of the class 1 AEL will therefore be rapid, and sensitive radiation detectors will not be required.

5.4.2 Sample testing

Sample guard testing shall be performed by irradiating the front surface of the guard material using the procedure and methodology as specified in Annex D.

5.5 Labelling requirements

5.5.1 All labelling shall be placed on the rear surface of the guard.

5.5.2 The rear surface of the guard shall be clearly identified if the orientation of the guard is important.

5.5.3 If only part of the front surface of the guard is a laser guard, this area shall be clearly identified by a bold coloured outline and words to indicate the outer boundary of the laser guard.

5.5.4 The labelling shall state the full PEL specification.

5.5.5 The manufacturer's name, the date and place of manufacture according to ISO 11553-1, and a statement of compliance with this standard shall be provided.

5.6 Guide de l'utilisateur

En plus des spécifications répertoriées en 5.3, les informations suivantes doivent être fournies à l'utilisateur par le fabricant d'un protecteur d'origine pour laser:

- a) une description des utilisations autorisées du protecteur pour laser;
- b) une description du montage et du raccordement du protecteur pour laser;
- c) des informations sur l'installation du protecteur pour laser – pour les protecteurs actifs pour laser, cela doit inclure les exigences d'interface et d'alimentation du protecteur;
- d) des exigences d'entretien, y compris par exemple les détails du contrôle et les procédures d'essai, de nettoyage, de remplacement ou de réparation des pièces endommagées;
- e) des instructions stipulant le fait qu'après toute activation du système de commande de sécurité d'un protecteur actif, la cause doit en être recherchée, la recherche de dommages doit être effectuée, et toute action nécessaire pour y remédier doit être prise avant de réinitialiser le système de commande;
- f) l'étiquetage indiqué en 5.5 et son emplacement. Si seule une partie de la surface frontale du protecteur constitue un protecteur pour lasers, cette zone doit être identifiée;
- g) une déclaration de conformité à la présente norme.

5.6 User information

In addition to the specifications listed in 5.3, the following information shall be supplied to the user by the manufacturer of a proprietary laser guard:

- a) a description of the permitted uses of the laser guard;
- b) a description of the form of mounting and connection of the laser guard;
- c) information on the installation of the laser guard – for active laser guards this shall include interface and supply requirements for the guard;
- d) maintenance requirements, including for example details of inspection and test procedures, cleaning, replacement or repair of damaged parts;
- e) instructions, that after any actuation of the safety control system of an active guard, the cause shall be investigated, checks shall be made for damage, and the necessary remedial action to be taken before resetting the control system;
- f) the labels in 5.5 and their locations. If only part of the front surface of the guard is a laser guard, this area shall be identified;
- g) a statement of compliance with this standard.

Annexe A (informative)

Guide général sur la conception et la sélection des protecteurs pour laser

A.1 Conception des protecteurs pour laser

A.1.1 Protecteurs passifs pour laser

Quelques exemples de protecteurs passifs pour laser figurent ci-dessous.

- a) Un panneau métallique reposant sur la conduction thermique, si nécessaire amélioré par de l'air pulsé ou par un refroidissement par eau, afin de maintenir la température de la surface en dessous de son point de fusion dans des conditions normales et dans des conditions de défaut raisonnablement prévisibles.
- b) Une feuille transparente, opaque à la longueur d'onde du laser, qui n'est pas affectée par de faibles valeurs d'exposition à des rayonnements laser en fonctionnement normal de la machine de traitement à laser.

A.1.2 Protecteurs actifs pour laser

Quelques exemples de protecteurs actifs pour laser sont indiqués ci-dessous.

- a) Un protecteur, avec des capteurs thermiques discrets et incorporés, qui détectent les échauffements.

NOTE Il convient que l'espacement entre les capteurs soit considéré par rapport aux dimensions minimales d'un faisceau laser erratique.

- b) Un protecteur pour laser comprenant deux panneaux entre lesquels est contenu un liquide sous pression ou un milieu gazeux combiné à un dispositif détecteur de pression capable de détecter la chute de pression due à la perforation de la surface frontale.

A.1.3 Indication des risques (protecteurs passifs)

Il convient si possible qu'une indication visible de l'exposition du protecteur pour laser à des quantités dangereuses de rayonnement laser soit fournie (par exemple, en ajoutant une couche d'une peinture appropriée sur les deux côtés du protecteur pour lasers).

A.1.4 Alimentation (protecteurs actifs)

Si le fonctionnement correct d'un protecteur actif repose sur la présence d'alimentation, il convient que le circuit d'alimentation soit conçu de manière que le fonctionnement du laser ne soit pas possible en l'absence d'alimentation.

A.2 Sélection des protecteurs pour laser

Un processus de sélection simple se décrit de la façon suivante:

- a) identifier la position préférentielle du protecteur pour laser et estimer la LPE à cet emplacement. L'Annexe B donne des lignes directrices sur l'estimation des valeurs de la LPE;

Annex A (informative)

General guidance on the design and selection of laser guards

A.1 Design of laser guards

A.1.1 Passive laser guards

Examples of a passive laser guard include the following.

- a) A metal panel relying on thermal conduction, if necessary enhanced by forced air or water cooling, to maintain the surface temperature below its melting point under normal and reasonably foreseeable fault conditions.
- b) A transparent sheet, opaque at the laser wavelength, which is unaffected by low value of laser exposure under normal operation of the laser processing machine.

A.1.2 Active laser guards

Examples of an active laser guard include the following.

- a) A guard, with discrete embedded thermal sensors, which detects overheating.

NOTE The spacing between sensors should be considered in relation to the minimum dimensions of an errant laser beam.

- b) A laser guard comprising two panels between which is contained a pressurized liquid or gaseous medium in combination with a pressure-sensing device capable of detecting the pressure drop following perforation of the front surface.

A.1.3 Hazard indication (passive guards)

Visible indication of exposure of the laser guard to hazardous amounts of laser radiation should be provided where feasible (for example by adding a layer of an appropriate paint on both sides of the laser guard).

A.1.4 Power supply (active guards)

If power is required for the proper functioning of an active guard, its supply should be arranged so that laser operation is not possible in the absence of such power.

A.2 Selection of laser guards

A simple selection process is as follows:

- a) identify the preferred position for the laser guard and estimate the FEL at this position. Annex B gives guidance on the estimation of FEL values;

- b) si nécessaire, minimiser la LPE en conditions de défaut, de préférence en incluant un contrôle automatique dans la machine qui détectera les conditions de défaut et limitera le temps d'exposition. Des exemples d'alternatives comprennent les éléments suivants:
- s'assurer que le protecteur pour lasers est suffisamment éloigné du foyer du faisceau produit par l'optique de focalisation;
 - installer les parties vulnérables du protecteur pour laser (telles que les fenêtres d'observation) loin des régions qui pourraient être exposées à un éclairage énergétique élevé;
 - éloigner le protecteur pour laser de la zone de traitement au laser;
 - sont requis dans la documentation essentielle sur l'entretien pour les protecteurs temporaires pour laser, des ajouts tels que:
 - une ou plusieurs personnes doivent être présentes et surveiller l'état de la surface frontale du protecteur pour lasers, afin de réduire la durée d'exposition évaluée d'un protecteur passif;
 - un contrôleur à action maintenue doit être utilisé par la ou les personnes surveillant l'état de la surface frontale du protecteur pour laser, afin de réduire la durée d'exposition évaluée d'un protecteur passif;
 - un protecteur temporaire local supplémentaire, des diaphragmes et des dispositifs d'absorption de faisceau doivent être utilisés, afin d'absorber tous les faisceaux laser erratiques puissants;
 - la zone de danger doit être limitée par des dispositifs d'avertissement de faisceaux erratiques et le protecteur placé au-delà de cette zone afin de réduire la durée d'exposition évaluée;
 - incorporer dans la conception de la machine, lors de l'utilisation de protecteurs temporaires pour laser, des éléments de contrôle du faisceau afin de faciliter un contrôle amélioré du faisceau laser au cours des opérations d'entretien, telles que:
 - des supports pour l'emplacement précis de composants supplémentaires formant le faisceau (par exemple, miroirs de déflexion) requis au cours de l'entretien;
 - des montages qui permettent uniquement une étendue limitée pour l'orientation du faisceau.

Trois options se présentent ensuite. L'ordre ci-dessous n'indique pas une préférence.

A.2.1 Option 1: protecteur passif pour laser

Il s'agit de l'option la plus simple.

NOTE Les contrôles de conception et de qualité sont des considérations particulièrement importantes lorsque l'absorption au niveau de la longueur d'onde du laser est dominée par un additif minoritaire, tel qu'un colorant dans un plastique. Dans de tels cas, lorsque le fabricant du matériau ne spécifie pas la concentration de l'absorbeur ou l'atténuation optique du matériau au niveau de la longueur d'onde du laser, il convient que des échantillons provenant du même lot de matériau soient tout d'abord soumis aux essais, comme décrit en 4.3.1.

A.2.2 Option 2: protecteur actif pour laser

Si la LPE ne peut être réduite à une valeur où des matériaux de protection courants fournissent une protection adéquate sous la forme d'un protecteur passif pour laser, un protecteur actif pour laser peut toujours être utilisé.

A.2.3 Option 3: protecteur d'origine pour laser

Un protecteur d'origine pour laser peut être utilisé si les valeurs évaluées de la LPE sont inférieures aux valeurs de la LEP mentionnées par le fabricant de protecteur pour laser.

- b) if necessary, minimize the FEL under fault conditions, preferably by including automatic monitoring in the machine which will detect the fault conditions and limit the exposure time. Examples of alternatives include the following:
- ensure that the laser guard is sufficiently far away from beam focus produced by focusing optics;
 - install vulnerable parts of laser guard (such as viewing windows) away from regions that could be exposed to high irradiance;
 - move the laser guard farther away from the laser process zone;
 - require in the essential servicing documentation for temporary laser guards, additions such as:
 - one or more persons to be present to supervise the condition of the front surface of the laser guard, to reduce the assessed exposure duration of a passive guard;
 - a hold-to-operate controller to be used by the person(s) supervising the condition of the front surface of the laser guard, to reduce the assessed exposure duration of a passive guard;
 - additional local temporary guarding, apertures and beam dumps to be employed, to absorb any powerful errant laser beams;
 - the danger zone to be bounded by errant beam warning devices and the guard placed beyond this zone to reduce the assessed exposure duration;
 - incorporate in the design of the machine, when using temporary laser guards, beam control features to facilitate improved laser beam control during servicing operations, such as:
 - holders for precise location of additional beam forming components (for example turning mirrors) required during servicing;
 - mounts which allow only limited scope for beam steering.

Three options then follow. The order below does not indicate a preference.

A.2.1 Option 1: passive laser guard

This is the simplest option.

NOTE Design and quality control are particularly important considerations where the absorption at the laser wavelength is dominated by a minority additive, such as a dye in a plastic. In such cases, where the manufacturer of the material does not specify the concentration of the absorber or the material optical attenuation at the laser wavelength, samples from the same batch of the material should first be tested as described in 4.3.1.

A.2.2 Option 2: active laser guard

If the FEL cannot be reduced to a value where common guarding materials provide adequate protection in the form of a passive laser guard, an active laser guard can always be used.

A.2.3 Option 3: proprietary laser guard

A proprietary laser guard can be used if the assessed FEL values are less than the PEL values quoted by the laser guard manufacturer.

Annexe B (informative)

Evaluation de la limite prévisible d'exposition (LPE)

B.1 Généralités

Les valeurs de la LPE peuvent être évaluées soit par mesure, soit par calcul (voir ci-dessous).

La norme ISO 14121 fournit une méthodologie générale pour l'évaluation des risques. Il convient que l'évaluation prenne en considération l'exposition cumulée en fonctionnement normal (par exemple, au cours du cycle de traitement de chaque pièce de la machine) pour l'intervalle de temps entre deux contrôles d'entretien.

A partir de cette évaluation, il convient que les combinaisons les plus exigeantes de rayonnement, la zone d'exposition et la durée d'exposition soient identifiées. Il est assez probable que plusieurs LPE soient identifiées; par exemple, une condition peut augmenter la durée d'exposition à un éclairage énergétique relativement faible, tandis qu'une autre condition peut augmenter l'éclairage énergétique au cours d'une durée d'exposition plus courte.

La spécification complète d'une LPE comprend les informations suivantes.

- a) L'éclairage énergétique maximal au niveau de la surface frontale du protecteur pour laser.

NOTE L'éclairage énergétique est exprimé comme la puissance ou l'énergie totale divisée par la zone de la surface frontale du protecteur, ou la zone limitée spécifiée, le cas échéant.

- b) Toute limite supérieure concernant la zone d'exposition de la surface frontale à ce niveau d'éclairage énergétique.

NOTE Aucune limite concernant la zone ne serait appropriée pour la protection contre le rayonnement laser diffusé, tandis qu'une limite supérieure concernant la zone exposée serait appropriée pour l'exposition directe aux faisceaux laser.

- c) Les caractéristiques temporelles de l'exposition, c'est-à-dire onde continue ou rayonnement laser pulsé, et dans ce dernier cas, la durée d'impulsion et la fréquence de répétition des impulsions.

- d) La durée totale d'exposition.

NOTE Voir l'Article B.4 où cette notion est développée.

- e) La longueur d'onde du rayonnement.

- f) L'angle d'incidence et (si approprié) la polarisation du rayonnement.

NOTE 1 La stipulation de l'angle d'incidence est particulièrement importante pour les protecteurs pour laser exploitant des couches interférentielles pour refléter le rayonnement laser incident.

NOTE 2 ATTENTION: Au niveau de l'angle d'incidence «p» de Brewster, le rayonnement polarisé est fortement couplé dans la surface du protecteur.

- g) Toutes les dimensions minimales concernant la zone exposée (par exemple, comme cela pourrait s'appliquer à un protecteur actif pour laser avec des capteurs discrets, de telle sorte qu'un faisceau laser de petit diamètre pourrait traverser le protecteur pour laser sans être détecté).

- h) Pour un protecteur actif pour laser, le temps de protection du protecteur actif.

Annex B (informative)

Assessment of foreseeable exposure limit (FEL)

B.1 General

FEL values may be assessed either by measurement or by calculation (see below).

The standard ISO 14121 provides a general methodology for risk assessment. The assessment should include consideration of cumulative exposure in normal operation (for example during each part processing cycle of the machine) over the maintenance inspection interval.

From this assessment, the most demanding combinations of irradiation, area of exposure and exposure duration should be identified. It is quite likely that several FELs will be identified; for example one condition may maximize the duration of exposure at a relatively low irradiance, while another may maximize the irradiance over a shorter duration of exposure.

The full specification of an FEL comprises the following information.

- a) The maximum irradiance at the front surface of the laser guard.

NOTE Irradiance is expressed as the total power or energy divided by the area of the front surface of the guard, or specified limited area, as appropriate.

- b) Any upper limit to the area of exposure of the front surface at this level of irradiance.

NOTE No limit to the area would be appropriate for protection against scattered laser radiation while an upper limit to the exposed area would be appropriate for direct exposure to laser beams.

- c) The temporal characteristics of the exposure, i.e. whether continuous wave or pulsed laser radiation, and if the latter, then the pulse duration and pulse repetition frequency.

- d) The full duration of exposure.

NOTE See Clause B.4 for an elaboration of this term.

- e) The wavelength of the radiation.

- f) The angle of incidence and (if relevant) the polarization of the radiation.

NOTE 1 Stipulation of angle of incidence is particularly important for laser guards exploiting interference layers to reflect impinging laser radiation.

NOTE 2 CAUTION: At Brewster's angle of incidence "p" polarized radiation is strongly coupled into the surface of the guard.

- g) Any minimum dimensions to the irradiated area (for example as might apply to an active laser guard with discrete sensor elements so that a small diameter laser beam could pass through the laser guard undetected).

- h) For an active laser guard, the active guard protection time.

B.2 Réflexion du rayonnement laser

B.2.1 Réflexions diffuses

Soit un réflecteur lambertien avec une réflectivité de 100 %

$$E_A = \frac{P_o}{\pi} \cdot \frac{\cos \theta}{R^2} \cdot \cos \varphi$$

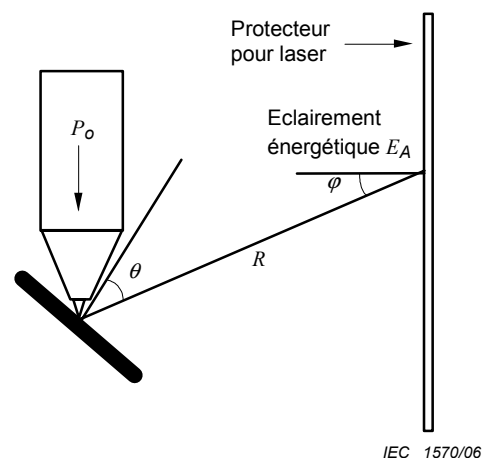


Figure B.1 – Calcul des réflexions diffuses

B.2.2 Réflexions spéculaires

Il est difficile de généraliser dans le cas de réflexions spéculaires.

Pour un faisceau laser circulaire symétrique avec une distribution gaussienne, la puissance P_o et le diamètre d_{63} au niveau de la lentille de focalisation, la longueur focale f , l'éclairement énergétique maximal (au centre de la distribution gaussienne) pour une distance R dans un plan normal à partir de la concentration est:

$$E_{AA'} = \frac{4P_o\rho}{\pi d_{63}^2} \left(\frac{f}{R} \right)^2$$

où ρ est la réflectivité de la surface de la pièce à traiter.

ATTENTION Certaines surfaces courbées peuvent augmenter le risque de réflexion.

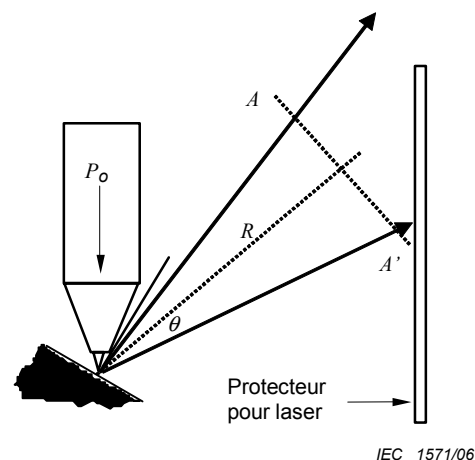


Figure B.2 – Calcul des réflexions spéculaires

B.2 Reflection of laser radiation

B.2.1 Diffuse reflections

Assuming a Lambertian reflector with 100 % reflectivity

$$E_A = \frac{P_o}{\pi} \cdot \frac{\cos\theta}{R^2} \cdot \cos\varphi$$

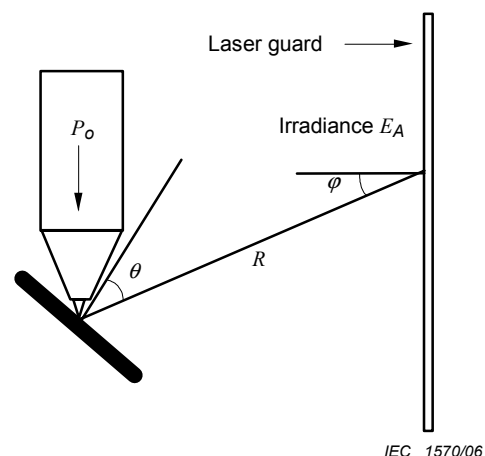


Figure B.1 – Calculation of diffuse reflections

B.2.2 Specular reflections

It is difficult to generalize for the case of specular reflections.

For a circularly symmetric laser beam with a Gaussian distribution, power P_o and diameter d_{63} at the focusing lens, focal length f , the maximum irradiance (at the centre of the Gaussian distribution) in a normal plane distance R from the focus is:

$$E_{AA'} = \frac{4P_o\rho}{\pi d_{63}^2} \left(\frac{f}{R}\right)^2$$

where ρ is the reflectivity of the workpiece surface.

CAUTION: Certain curved surfaces may increase the reflection hazard.

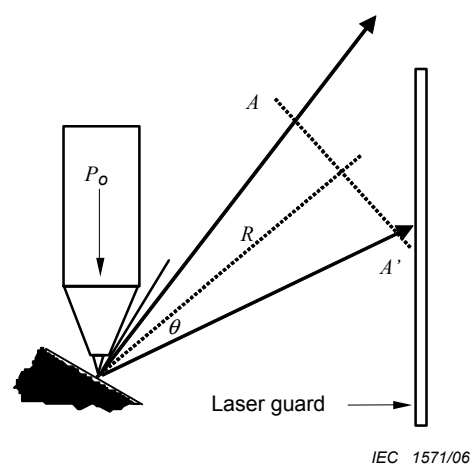


Figure B.2 – Calculation of specular reflections

B.3 Exemples de conditions d'évaluation

Il convient que les LPE soient évaluées pour la ou les pires combinaisons raisonnablement prévisibles de paramètres de laser disponibles, les matériaux de la pièce à traiter, la géométrie et les processus susceptibles de se produire en fonctionnement normal (IEC/TR 60825-14 fournit des conseils pour les utilisateurs).

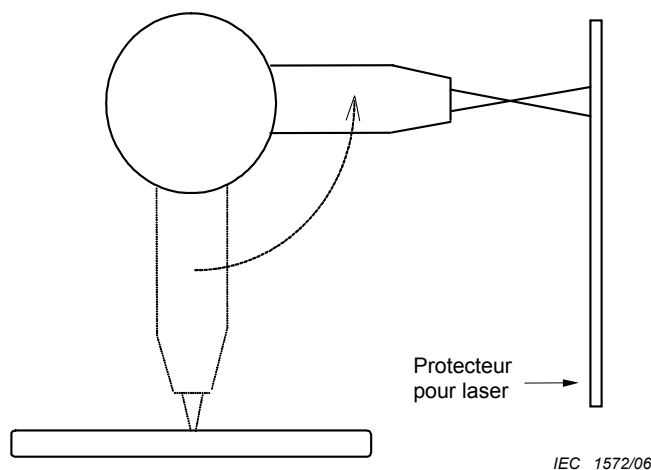


Figure B.3a – Défaillance du logiciel

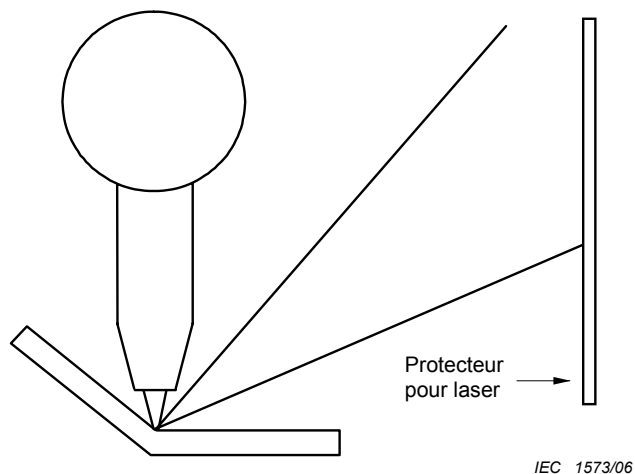


Figure B.3b – Pièce à traiter se courbant ou fixée de façon inadéquate

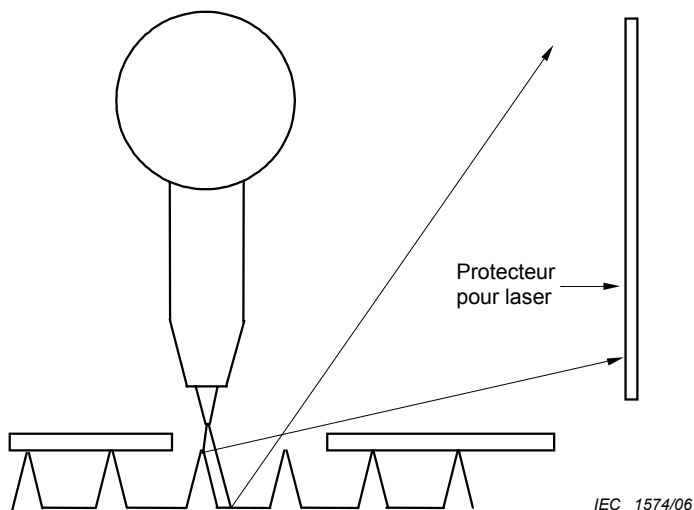


Figure B.3c – Absence de pièce à traiter

Figure B.3 – Quelques exemples de conditions de défauts prévisibles

B.3 Examples of assessment conditions

FELs should be assessed for the worst reasonably foreseeable combination(s) of available laser parameters, workpiece materials, geometry and processes likely to be encountered during normal operation (IEC/TR 60825-14 provides guidance for users).

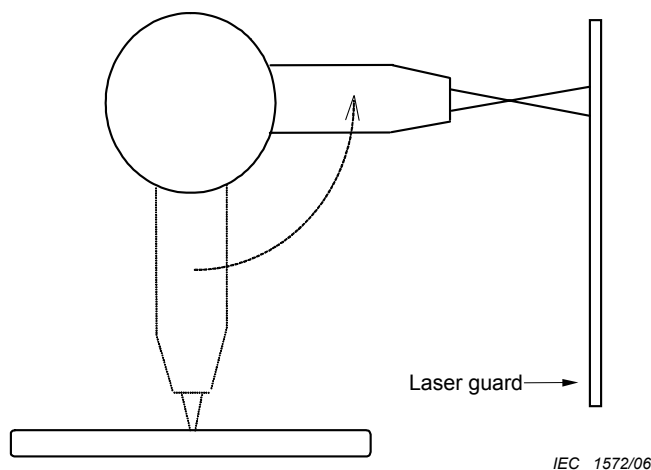


Figure B.3a – Software failure

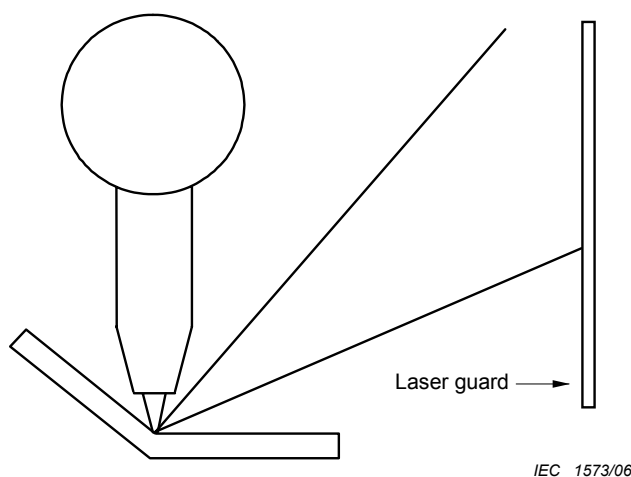


Figure B.3b – Workpiece bends or is inadequately clamped

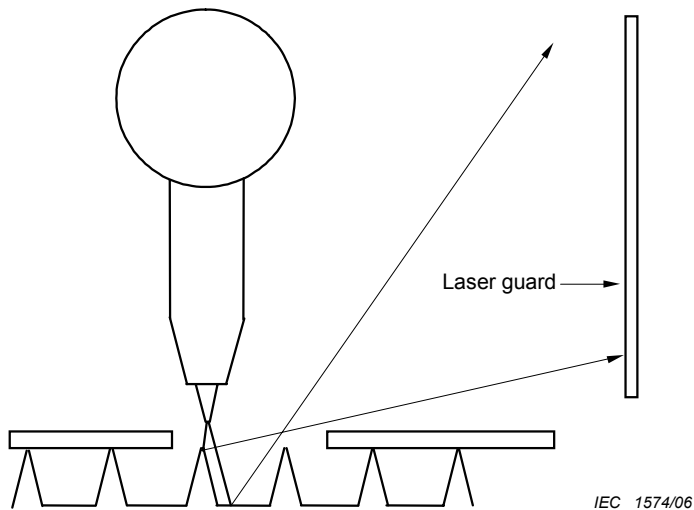


Figure B.3c – Workpiece missing

Figure B.3 – Some examples of a foreseeable fault condition

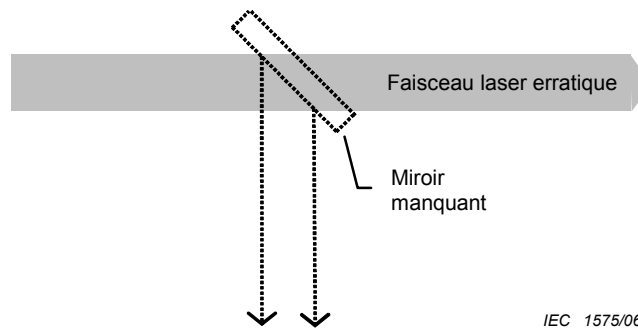


Figure B.4a – Laser mis en fonctionnement sans miroir de déflexion

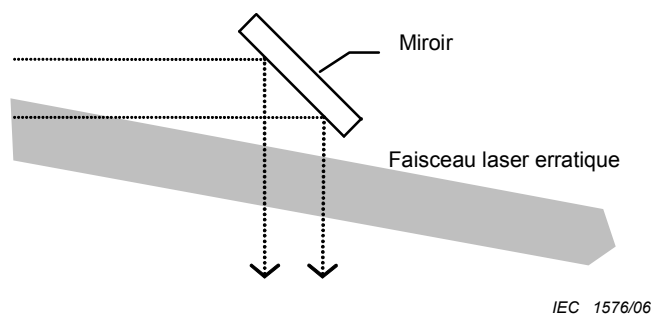


Figure B.4b – Faisceau décalé par rapport au miroir au cours de la procédure d'alignement

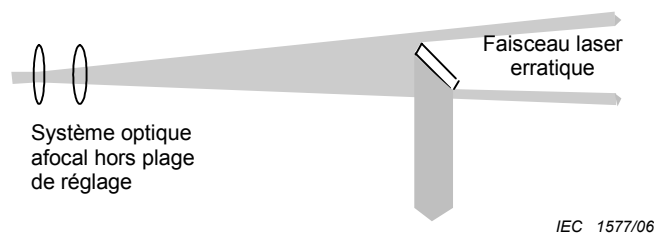


Figure B.4c – Faisceau se déployant au-delà de la plage optique

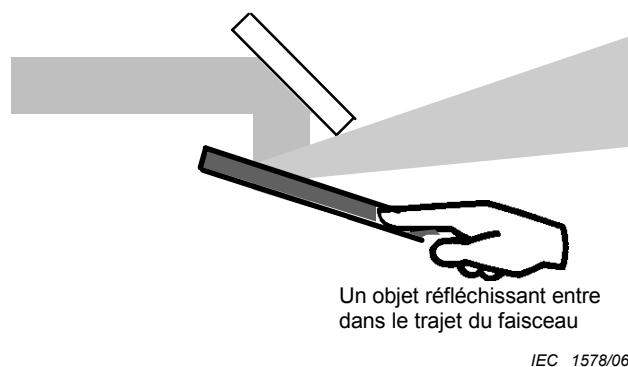


Figure B.4d – Des objets réflecteurs interceptent le faisceau laser

Figure B.4 – Quatre exemples de faisceaux laser erratiques susceptibles d'avoir à être contenus par un protecteur temporaire dans des conditions d'entretien

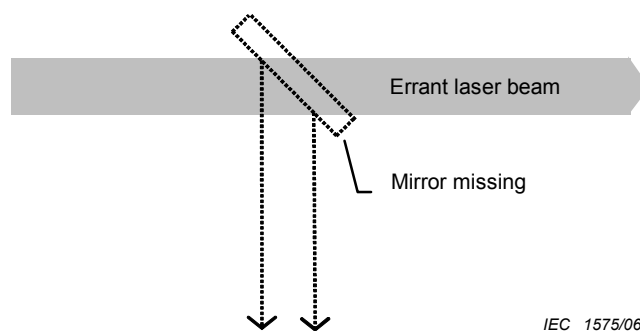


Figure B.4a – Laser is operated with turning mirror missing

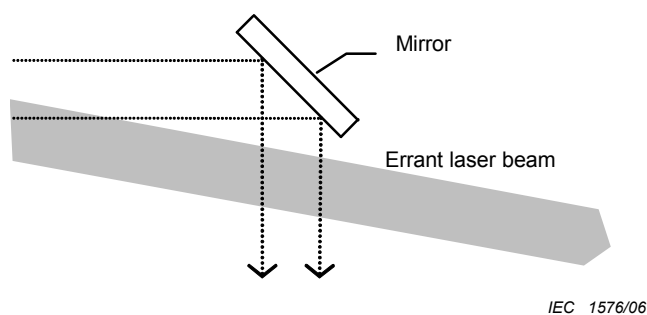


Figure B.4b – Beam displaced off mirror during alignment procedure

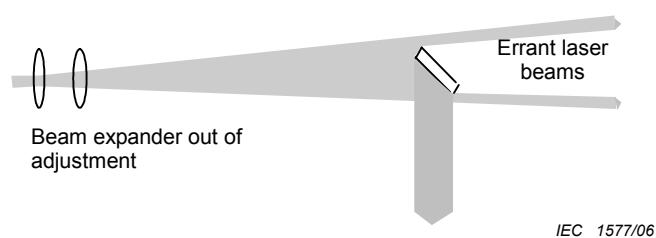


Figure B.4c – Beam expands beyond range of optics

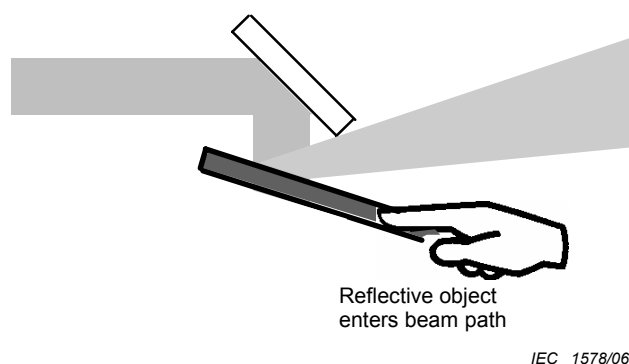


Figure B.4d – Reflective objects intercept laser beam

Figure B.4 – Four examples of errant laser beams that might have to be contained by a temporary guard under service conditions