

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety of laser products –
Part 12: Safety of free space optical communication systems used for
transmission of information**

**Sécurité des appareils à laser –
Partie 12: Sécurité des systèmes de communications optiques en espace libre
utilisés pour la transmission d'informations**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2004 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety of laser products –
Part 12: Safety of free space optical communication systems used for
transmission of information**

**Sécurité des appareils à laser –
Partie 12: Sécurité des systèmes de communications optiques en espace libre
utilisés pour la transmission d'informations**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 31.260

ISBN 2-8318-7802-0

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	10
3 Termes et définitions	10
4 Exigences	18
4.1 Remarques générales	18
4.2 Exigences de niveau d'accès et de classification par type de zone.....	20
4.3 Classification.....	34
4.4 Détermination des niveaux d'accès.....	38
4.5 Systèmes de protection d'une installation (SPI).....	40
4.6 Réflexions spéculaires	40
4.7 Exigences d'organisation.....	40
Annexe A (informative) Exemples d'applications et de calculs.....	48
Annexe B (informative) Méthodes d'analyse du danger/de la sécurité	66
Annexe C (informative) Directives destinées aux organismes d'installation, de réglage/d'entretien et d'exploitation.....	68
Bibliographie.....	72
Figure 1 – Bâtiment commercial.....	22
Figure 2 – Lieu résidentiel	22
Figure 3 – Exemples de types de zone externe.....	24
Figure 4 – Emetteur de classe 1M ou 2M près du bord d'une toiture à accès non limité	26
Figure 5 – Emetteur de classe 1M dans des zones à accès non limité	28
Figure 6 – Emetteur de classe 3R dans une zone à accès limité	32
Figure A.1 – Liaison entre deux zones séparées par une distance importante.....	58
Tableau 1 – Limitations relatives aux classes d'appareils et aux niveaux d'accès	20
Tableau 2 – Exigences relatives aux panneaux d'avertissement	46

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	9
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	11
4 Requirements.....	19
4.1 General remarks.....	19
4.2 Access level and classification requirements by location type.....	21
4.3 Classification.....	35
4.4 Determination of access level.....	39
4.5 Installation protection systems (IPS)	41
4.6 Specular reflections.....	41
4.7 Organisational requirements.....	41
Annex A (informative) Examples of applications and calculations.....	49
Annex B (informative) Methods of hazard/safety analysis.....	67
Annex C (informative) Guidance for installing, servicing and operating organisations.....	69
Bibliography.....	73
Figure 1 – Commercial structures	23
Figure 2 – Residential areas	23
Figure 3 – Examples of external location types	25
Figure 4 – Class 1M or 2M transmitter near edge of unrestricted rooftop.....	27
Figure 5 – Class 1M transmitter in unrestricted location	29
Figure 6 – Class 3R transmitter in restricted location	33
Figure A.1 – Link between two widely separated locations	59
Table 1 – Restrictions for product classes and access levels	21
Table 2 – Requirements for warning signs	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES APPAREILS À LASER –

Partie 12: Sécurité des systèmes de communications optiques en espace libre utilisés pour la transmission d'informations

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 60825-12 a été établie par le comité d'études 76 de la CEI: Sécurité des rayonnements optiques et matériels laser.

Cette version bilingue, publiée en 2005-01, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est basé sur les documents 76/281/FDIS et 76/285/RVD. Le rapport de vote 76/285/RVD donne toute l'information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

**Part 12: Safety of free space optical communication systems
used for transmission of information**

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 60825-12 has been prepared by IEC technical committee 76: Optical radiation safety and laser equipment.

This bilingual version, published in 2005-01, corresponds to the English version.

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

FDIS	Report on voting
76/281/FDIS	76/285/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

La CEI 60825 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Sécurité des appareils à laser*:

- Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur
- Partie 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)
- Partie 3: Guide pour les manifestations et spectacles utilisant des lasers
- Partie 4: Barrières laser
- Partie 5: Liste de contrôle du fabricant relative à la CEI 60825-1
- Partie 8: Lignes directrices pour la sécurité d'utilisation des appareils à laser médicaux
- Partie 9: Exposition maximale admissible au rayonnement lumineux incohérent
- Partie 10: Guide d'application et notes explicatives concernant la CEI 60825-1
- Partie 12: Sécurité des systèmes de communications optiques en espace libre utilisés pour la transmission d'informations

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.

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

IEC 60825 consists of the following parts, under the general title *Safety of laser products*:

- Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide
- Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)
- Part 3: Guidance for laser displays and shows
- Part 4: Laser guards
- Part 5: Manufacturer's checklist for IEC 60825-1
- Part 6: Safety of products with optical sources, exclusively used for visible information transmission to the human eye
- Part 8: Guidelines for the safe use of medical laser equipment
- Part 9: Compilation of maximum permissible exposure to incoherent optical radiation
- Part 10: Application guidelines and explanatory notes to IEC 60825-1
- Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information

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.

SÉCURITÉ DES APPAREILS À LASER –

Partie 12: Sécurité des systèmes de communications optiques en espace libre utilisés pour la transmission d'informations

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60825 donne des exigences et des directives spécifiques relatives à la fabrication et à l'utilisation sans aucun risque des appareils à laser et des systèmes employés pour la transmission optique de données en espace libre, d'un point à un autre ou d'un point à plusieurs autres points. Cette norme ne traite que de la partie du faisceau qui se propage dans un espace ouvert du système. Si des parties de l'équipement ou du système comprennent une fibre optique qui s'étend au-delà des limites de confinement de l'enveloppe ou des enveloppes, les exigences de fabrication et de sécurité de la CEI 60825-1 ne doivent s'appliquer qu'à ces parties. Cette norme ne s'applique pas aux systèmes conçus dans le but de transmettre un flux énergétique optique pour des applications telles que le traitement des matériaux ou le traitement médical. Cette norme ne s'applique pas non plus à l'utilisation des systèmes en atmosphères explosives.

Tout au long de cette partie de la CEI 60825, les diodes électroluminescentes (DEL) sont incluses chaque fois que le mot "laser" est utilisé.

L'objectif de cette partie de la CEI 60825 est de:

- fournir des informations pour protéger les personnes contre le rayonnement optique potentiellement dangereux produit par les systèmes de communication optique en espace libre (SCOEL ou FSOCS), en spécifiant les moyens de contrôle et les exigences techniques, les moyens de contrôle administratif et les règles de travail en fonction du degré de danger;
- spécifier des exigences à l'usage des organismes assurant la fabrication, l'installation, le réglage/l'entretien et l'exploitation, afin d'établir des procédures et de fournir des informations écrites, de sorte que des précautions appropriées puissent être prises.

En raison de la nature des SCOEL, également connus sous le nom de systèmes optiques de transmission d'informations sans fil ou à l'air libre, il faut prendre des précautions lors de leur fabrication comme de leur installation, exploitation, maintenance et réglage/entretien, pour assurer un déploiement et une utilisation en toute sécurité de ces systèmes. Cette norme établit la responsabilité du constructeur du système et/ou des émetteurs vis à vis de certaines exigences de sécurité du produit, ainsi que des exigences destinées à fournir des informations appropriées sur la manière d'utiliser ces systèmes en toute sécurité. Elle fixe la responsabilité de l'installateur et/ou de l'organisme d'exploitation vis à vis du déploiement et de l'utilisation en toute sécurité de ces systèmes. Elle définit, comme il convient, la responsabilité des organismes d'installation et de réglage/d'entretien vis à vis de leur adhésion aux instructions de sécurité, pendant les opérations d'installation et de réglage/d'entretien et de l'organisme d'exploitation vis à vis des fonctions d'exploitation et de maintenance. Il est manifeste que l'utilisateur de cette norme peut relever d'une ou de plusieurs catégories, celle(s) du constructeur, de l'installateur, de l'organisme de réglage/d'entretien et/ou de l'organisme d'exploitation, comme mentionnées ci-dessus.

Un appareil à laser, quel qu'il soit, est dispensé de toute exigence de cette partie de la CEI 60825 si

- la classification par le constructeur, selon la CEI 60825-1, montre que le niveau d'émission n'excède pas la LEA (limite d'émission accessible) de la classe 1 dans toutes les conditions d'exploitation, de maintenance, de réglage/d'entretien et de défaillance, et
- il ne contient pas d'appareil avec laser incorporé.

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information

1 Scope

This part of IEC 60825 provides requirements and specific guidance for the manufacture and safe use of laser products and systems used for point-to-point or point-to-multipoint free space optical data transmission. This standard only addresses the open beam portion of the system. If portions of the equipment or system incorporate optical fibre that extends from the confinements of the enclosure(s), the manufacturing and safety requirements under IEC 60825-1 apply to those portions only. This standard does not apply to systems designed for purposes of transmitting optical power for applications such as material processing or medical treatment. This standard also does not apply to the use of systems in explosive atmospheres.

Throughout this part of IEC 60825, light-emitting diodes (LEDs) are included whenever the word “laser” is used.

The objective of this part of IEC 60825 is to:

- provide information to protect people from potentially hazardous optical radiation produced by free space optical communication systems (FSOCS) by specifying engineering controls and requirements, administrative controls and work practices according to the degree of the hazard;
- specify requirements for manufacturing, installation, service and operating organisations in order to establish procedures and provide written information so that proper precautions can be adopted.

Because of the nature of FSOCS, also known as optical wireless or free-air information transmission systems, care must be taken in their manufacture as well as their installation, operation, maintenance and service to assure the safe deployment and use of these systems. This standard places the responsibility for certain product safety requirements, as well as requirements for providing appropriate information on how to use these systems safely, on the manufacturer of the system and/or transmitters. It places the responsibility for the safe deployment and use of these systems on the installer and/or operating organisation. It places the responsibility for adherence to safety instructions during installation and service operations on the installation and service organisations as appropriate, and during operation and maintenance functions on the operating organisation. It is recognised that the user of this standard may fall into one or more of the categories of manufacturer, installer, service organisation and/or operating organisation as mentioned above.

Any laser product is exempt from all further requirements of this part of IEC 60825 if

- classification by the manufacturer according to IEC 60825-1 shows that the emission level does not exceed the accessible emission limit (AEL) of Class 1 under all conditions of operation, maintenance, service and failure, and
- it does not contain an embedded laser product.

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 à laser – Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur*¹⁾

Amendement 1 (1997)

Amendement 2 (2001)

CEI 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems* (publiée en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

niveau d'accès

danger potentiel relatif à toute position accessible associé à une installation de système de communication optique en espace libre (SCOEL ou abréviation en anglais FSOCS)

NOTE 1 Le niveau d'accès est basé sur le niveau du rayonnement optique qui pourrait devenir accessible dans des circonstances raisonnablement prévisibles, par exemple entrer en marchant dans un trajet de faisceau en propagation libre. Il est étroitement lié à la procédure de classification des lasers de la CEI 60825-1.

NOTE 2 Pratiquement, il faut 2 s ou plus pour aligner parfaitement un instrument d'optique avec un faisceau (ce qui pourrait avoir lieu dans une zone à accès non limité), et ce délai est pris en compte dans la méthode de détermination du niveau d'accès.

3.2

niveau d'accès 1

niveau pour lequel, dans des circonstances raisonnablement prévisibles, l'accès d'un humain au rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible (LEA) de la classe 1, pour les longueurs d'onde et les durées d'émission applicables, n'aura pas lieu

3.3

niveau d'accès 1M

niveau pour lequel, dans des circonstances raisonnablement prévisibles, l'accès d'un humain au rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible (LEA) de la classe 1M, pour les longueurs d'onde et les durées d'émission applicables, n'aura pas lieu

NOTE Si la limite applicable du niveau d'accès 1M est supérieure à la limite du 3R et inférieure à la limite du 3B, le niveau d'accès 1M est assigné.

3.4

niveau d'accès 2

niveau pour lequel, dans des circonstances raisonnablement prévisibles, l'accès d'un humain au rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible de la classe 2, pour les longueurs d'onde et les durées d'émission applicables, n'aura pas lieu

¹⁾ Il existe une édition consolidée (1.2) comprenant la CEI 60825-1 (1993) et ses Amendements 1 (1997) et 2 (2001).

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)

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

access level

potential hazard at any accessible position associated with a free space optical communication system (FSOCS) installation

NOTE 1 The access level is based on the level of optical radiation which could become accessible in reasonably foreseeable circumstances, e.g. walking into an open beam path. It is closely related to the laser classification procedure in IEC 60825-1.

NOTE 2 Practically speaking, it takes two or more seconds to fully align an optical aid with a beam (which might occur in an unrestricted location), and this delay is incorporated into the method for determining access level.

3.2

access level 1

level for which, under reasonably foreseeable circumstances, human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits (AEL) of Class 1 for the applicable wavelengths and emission duration will not occur

3.3

access level 1M

level for which, under reasonably foreseeable circumstances, human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits (AEL) of Class 1M for the applicable wavelengths and emission duration will not occur

NOTE If the applicable limit of access level 1M is larger than the limit of 3R and less than the limit of 3B, access level 1M is allocated.

3.4

access level 2

level for which, under reasonably foreseeable circumstances, human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 2 for the applicable wavelengths and emission duration will not occur

¹⁾ A consolidated edition (1.2) exists comprising IEC 60825-1 (1993) and its Amendments 1 (1997) and 2 (2001).

3.5

niveau d'accès 2M

niveau pour lequel, dans des circonstances raisonnablement prévisibles, l'accès d'un humain au rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible de la classe 2M, pour les longueurs d'onde et les durées d'émission applicables, n'aura pas lieu

NOTE Si la limite applicable du niveau d'accès 2M est supérieure à la limite du 3R et inférieure à la limite du 3B, le niveau d'accès 2M est assigné.

3.6

niveau d'accès 3R

niveau pour lequel, dans des circonstances raisonnablement prévisibles, l'accès d'un humain au rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible de la classe 3R, pour les longueurs d'onde et les durées d'émission applicables, n'aura pas lieu

NOTE Si la limite applicable du niveau d'accès 1M ou 2M est supérieure à la limite du 3R et inférieure à la limite du 3B, le niveau d'accès 1M ou 2M est assigné.

3.7

niveau d'accès 3B

niveau pour lequel, dans des circonstances raisonnablement prévisibles, l'accès d'un humain au rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible de la classe 3B, pour les longueurs d'onde et les durées d'émission applicables, n'aura pas lieu

3.8

niveau d'accès 4

niveau pour lequel, dans des circonstances raisonnablement prévisibles, il est possible que l'accès d'un humain au rayonnement laser excédant les limites d'émission accessible de la classe 3B, pour les longueurs d'onde et les durées d'émission applicables, ait lieu

3.9

réduction automatique de puissance (RAP)

caractéristique d'un émetteur d'un SCOEL, fourni par le constructeur d'équipements du système, dont la puissance accessible dans la zone nominale de risque (ZNR) ou dans la zone nominale de risque où une vision assistée est possible (ZNR-Assistée) est réduite à une valeur spécifiée, en un temps spécifié. Cette réduction est effectuée lorsque se produit un événement qui pourrait avoir comme conséquence l'exposition humaine à un rayonnement optique excédant l'exposition maximale permise (EMP), par exemple une personne entrant dans la ZNR ou dans la ZNR-Assistée, suivant le cas. Dans un SCOEL, cette caractéristique peut être utilisée par le constructeur de l'émetteur pour déterminer la classification

3.10

balise

source optique dont la fonction est de faciliter le pointage ou l'alignement d'un système optique

3.11

appareil avec laser incorporé

Voir la définition 3.29 de la CEI 60825-1.

3.12

système de bout en bout

SCOEL constitué d'au moins un émetteur, un récepteur, et tout le matériel périphérique nécessaire pour effectuer le transfert effectif des données sur le trajet de transmission, d'une position dans l'espace à une autre

3.5**access level 2M**

level for which, under reasonably foreseeable circumstances, human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 2M for the applicable wavelengths and emission duration will not occur

NOTE If the applicable limit of access level 2M is larger than the limit of 3R and less than the limit of 3B, access level 2M is allocated.

3.6**access level 3R**

level for which, under reasonably foreseeable circumstances, human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 3R for the applicable wavelengths and emission duration will not occur

NOTE If the applicable limit of access level 1M or 2M is larger than the limit of 3R and less than the limit of 3B, access level 1M or 2M is allocated.

3.7**access level 3B**

level for which, under reasonably foreseeable circumstances, human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 3B for the applicable wavelengths and emission duration will not occur

3.8**access level 4**

level for which, under reasonably foreseeable circumstances, it is possible that human access to laser radiation in excess of the accessible emission limits of Class 3B for the applicable wavelengths and emission duration could occur

3.9**automatic power reduction (APR)**

feature of a transmitter of a FSOCS, provided by the system equipment manufacturer, by which the accessible power in the nominal hazard zone (NHZ) or NHZ-Aided is reduced to a specified value within a specified time, whenever there is an event which could result in human exposure to optical radiation above the maximum permissible exposure (MPE), e.g. by a person entering the NHZ or NHZ-Aided as applicable. In FSOCS, this feature may be used by the transmitter manufacturer to determine the classification

3.10**beacon**

optical source whose function is to aid in pointing or alignment of an optical system

3.11**embedded laser product**

See definition 3.29 in IEC 60825-1.

3.12**end-to-end system**

FSOCS that is comprised of at least one transmitter, one receiver, and any peripheral hardware necessary for the effective transfer of data along the transmission path from one position in space to another

3.13

système de communication optique en espace libre (SCOEL abréviation en anglais FSOCS)

système de transmission dans l'air, installé à poste fixe, portatif ou assemblé temporairement, généralement utilisé, prévu pour, ou destiné à faciliter les communications vocales, de données ou multimédia et/ou aux fins de commande, en utilisant un rayonnement optique modulé, produit par un laser ou une DEL. "En espace libre" désigne des applications sans fil, optiques, d'intérieur et d'extérieur, avec une transmission non dirigée et dirigée. Les ensembles d'émission et de détection peuvent être distincts ou non

NOTE Se référer aux conditions données en à l'Article 1 (Domaine d'application), pour lesquelles les appareils d'un SCOEL de classe 1 sont dispensés de toutes les exigences de cette norme.

3.14

émetteur d'un SCOEL; émetteur

émetteur optique émettant un rayonnement dans l'air et utilisé dans un SCOEL

3.15

organisme d'installation; installateur

organisme ou individu responsable de l'installation d'un SCOEL

3.16

système de protection d'une installation (SPI)

dispositif, sur l'emplacement d'une installation, fourni par l'installateur ou par l'organisme d'exploitation, possédant deux fonctions. (1) il détecte l'entrée d'un humain dans le volume accessible, soit de la ZNR pour les zones à accès limité ou contrôlé, soit de la ZNR-Assistée pour une zone à accès non limité, et; (2) une fois que cette entrée est détectée, il provoque la réduction de la puissance accessible du laser, à un niveau spécifié, en un temps spécifié

3.17

zone

position ou emplacement occupé ou disponible pour l'occupation

NOTE D'autres normes peuvent utiliser les mêmes termes pour des types de zone avec des définitions légèrement différentes (3.18 - 3.21).

3.18

zone d'espace inaccessible; espace inaccessible

volume où une personne ne peut, normalement, pas se trouver. Tout espace ouvert, n'étant ni une zone à accès non limité, ni à accès limité, ni à accès contrôlé, c'est-à-dire l'espace distant horizontalement de plus de 2,5 m de toute zone à accès non limité et qui est à la fois à plus de 6 m au-dessus d'une surface de toute zone à accès non limité, et à plus de 3 m au-dessus d'une surface de toute zone à accès limité

NOTE Par exemple, un avion peut entrer dans un espace inaccessible.

3.19

zone à accès contrôlé; zone contrôlée

zone où un moyen de contrôle technique ou administratif est présent afin de la rendre inaccessible, excepté au personnel autorisé avec une formation à la sécurité laser appropriée

3.20

zone à accès limité; zone limitée

zone rendue normalement inaccessible au grand public (y compris aux travailleurs, visiteurs et résidents au voisinage immédiat) du fait d'un moyen de contrôle administratif ou technique, mais qui est accessible au personnel autorisé pouvant ne pas avoir une formation à la sécurité laser (par exemple le personnel de maintenance ou de réglage/d'entretien, y compris les laveurs de vitres dans les zones extérieures)

3.13**free space optical communication system (FSOCS)**

installed, portable, or temporarily mounted, through-the-air system typically used, intended or promoted for voice, data or multimedia communications and/or control purposes via the use of modulated optical radiation produced by a laser or LED. "Free space" means indoor and outdoor optical wireless applications with both non-directed and directed transmission. Emitting and detecting assemblies may or may not be separated

NOTE Refer to the conditions within Clause 1 (Scope) by which Class 1 FSOCS products are exempt from all requirements of this standard.

3.14**FSOCS transmitter; transmitter**

optical transmitter emitting radiation through the air and used in FSOCS

3.15**installation organisation; installer**

organisation or individual who is responsible for the installation of a FSOCS

3.16**installation protection system (IPS)**

feature of an installation site, provided by the installer or operating organisation, that has two functions: (1) it detects human entry into the accessible volume of either the NHZ for restricted or controlled locations or the NHZ-Aided for an unrestricted location, and; (2) once such entry is detected, causes reduction of the accessible power of the laser to a specified level within a specified time

3.17**location**

position or site occupied or available for occupancy

NOTE Other standards may use the same terms for location types (3.18 – 3.21) with somewhat different definitions.

3.18**location of inaccessible space; inaccessible space**

volume where a person cannot normally be located. All open space that is neither an unrestricted, restricted nor controlled location, i.e. the space that has a horizontal spacing more than 2,5 m from any unrestricted location and is both greater than 6 m above a surface in any unrestricted location, and more than 3 m above a surface in any restricted location

NOTE Inaccessible space may be entered by, for example, aircraft.

3.19**location with controlled access; controlled location**

location where an engineering or administrative control measure is present to make it inaccessible except to authorized personnel with appropriate laser safety training

3.20**location with restricted access; restricted location**

location that is normally inaccessible by the general public (including workers, visitors, and residents in the immediate vicinity) by means of any administrative or engineering control measure but that is accessible to authorized personnel (e.g. maintenance or service personnel including window cleaners in exterior locations) that may not have laser safety training

3.21

zone à accès non limité; zone non limitée

zone où l'accès aux équipements d'émission/réception et au faisceau se propageant en espace libre n'est pas limité (accessible au grand public)

3.22

constructeur

organisme ou individu réalisant ou assemblant des dispositifs optiques et d'autres composants destinés à la construction ou à la modification d'un SCOEL

3.23

zone nominale de risque (ZNR) et ZNR-Assistée

- a) La ZNR: volume dans lequel le niveau du rayonnement direct, réfléchi ou diffusé, dépasse l'EMP applicable (dans les conditions de mesurage indiquées par la CEI 60825-1). Les niveaux d'exposition à l'extérieur des limites de la ZNR sont inférieurs à l'EMP applicable
- b) La ZNR-Assistée: volume dans lequel le niveau du rayonnement direct, réfléchi ou diffusé, dépasse l'EMP applicable, lorsque des instruments d'optique sont utilisés. Les niveaux d'exposition, à l'extérieur des limites de la ZNR-Assistée, sont inférieurs à l'EMP applicable, lorsque des instruments d'optique sont utilisés

NOTE 1 Ces volumes sont déterminés avant l'activation de tout dispositif SPI ou RAP à moins que le dispositif RAP ne soit utilisé aux fins de classification, dans les conditions de 4.3 de cette norme.

NOTE 2 Des exemples de ZNR et de ZNR-Assistée sont donnés à l'Article A.2.

3.24

organisme d'exploitation; opérateur

organisme ou individu responsable de l'exploitation et de la maintenance d'un SCOEL

3.25

vision assistée optiquement

utilisation d'instruments d'optique (par exemple, jumelles ou loupes) pour observer une source d'émission depuis l'intérieur du faisceau émis

NOTE 1 Il est possible que les systèmes optiques télescopiques, y compris, les jumelles, puissent augmenter le danger pour l'œil du fait de la vision dans le faisceau d'un faisceau colimaté, lorsqu'il est vu à une certaine distance.

NOTE 2 Il est possible que les loupes à main ou les loupes d'horlogers puissent augmenter le danger pour l'œil lors de la vision d'une source proche, mais fortement divergente.

3.26

faisceau primaire

faisceau qui transmet le signal de données modulé

3.27

événement raisonnablement prévisible

événement (ou condition), qui est crédible et dont la vraisemblance d'occurrence (ou d'existence) ne peut pas être écartée

3.28

organisme de réglage/d'entretien

organisme ou individu responsable du réglage/de l'entretien d'un SCOEL

3.29

outil spécial

outil qui n'est pas aisément disponible chez les détaillants de matériels grand public

NOTE Des outils typiques de cette catégorie sont ceux prévus pour être utilisés avec les dispositifs de fixation inviolables.

3.21**location with unrestricted access; unrestricted location**

location where access to the transmission/receiver equipment and open beam is not limited (accessible to the general public)

3.22**manufacturer**

organisation or individual who makes or assembles optical devices and other components for the construction or modification of an FSOCS

3.23**nominal hazard zone (NHZ) and NHZ-Aided**

- a) NHZ: the volume within which the level of the direct, reflected or scattered radiation exceeds the applicable MPE (under measurement conditions indicated in IEC 60825-1). Exposure levels outside the boundary of the NHZ are below the applicable MPE
- b) NHZ-Aided: the volume within which, when optical aids are used, the level of the direct, reflected or scattered radiation exceeds the applicable MPE. Exposure levels outside the boundary of the NHZ-Aided are below the applicable MPE when optical aids are used

NOTE 1 These volumes are determined prior to activation of any IPS or APR systems unless the APR is used for classification under the conditions of 4.3 of this standard.

NOTE 2 Examples of NHZ and NHZ-Aided are provided in Clause A.2.

3.24**operating organisation; operator**

organisation or individual who is responsible for the operation and maintenance of an FSOCS

3.25**optically-aided viewing**

use of optical aids (for example binoculars or magnifiers) to view an emitting source from within the emitted beam

NOTE 1 It is possible that telescopic optics, including binoculars, could increase the hazard to the eye by intrabeam viewing of a collimated beam when viewed at a distance.

NOTE 2 It is possible that hand magnifiers or eye-loupes could increase the hazard to the eye from viewing a close, but highly divergent, source.

3.26**primary beam**

beam that transmits the modulated data signal

3.27**reasonably foreseeable event**

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

3.28**service organisation**

organisation or individual who is responsible for the service of an FSOCS

3.29**special tool**

tool that is not readily available at retail consumer hardware stores

NOTE Typical tools in this category are intended for use with tamper-resistant fasteners.

3.30

débordement

énergie rayonnée par le faisceau, qui se propage au-delà du dispositif de réception

3.31

vision à l'œil nu; sans instrument d'optique

observation d'une source d'émission depuis l'intérieur du faisceau émis, sans utiliser de loupes ou d'autres instruments d'optique, c'est à dire comme à l'œil nu (les lunettes de sécurité à verres correcteurs et les verres de contact ne sont pas considérés comme des instruments d'optique)

4 Exigences

4.1 Remarques générales

Les SCOEL ont des limitations imposées par cette norme, qui dépendent du ou des types de zone dans lesquels ils sont installés. La classification des appareils et les restrictions de niveau d'accès par type de zone sont récapitulées par le Tableau 1.

Sur chaque site d'où l'émission est transmise, dans lequel elle passe ou est reçue, il faut que les conditions d'exposition respectives soient évaluées individuellement. En outre, il faut que les zones potentiellement occupées le long du trajet du faisceau, dans la ZNR ou la ZNR-Assistée, soient également évaluées en fonction des niveaux d'accès acceptables (Tableau 1) et des moyens de contrôle adéquats appliqués. Il faut que les zones traversées par des réflexions partielles provenant des fenêtres situées sur le trajet du faisceau soient également évaluées, si l'émission a des chances de dépasser le niveau d'accès 1 ou 2. A un emplacement donné, les contraintes d'installation et opérationnelles appliquées selon 4.2 doivent être déterminées par ce qui est le plus dangereux: le rayonnement optique émis ou reçu.

Exemple 1: Dans le cas d'un emplacement qui reçoit un rayonnement de niveau d'accès 1 ou 2, mais qui met en œuvre un émetteur de classe 1M dans la direction opposée, la combinaison de ces conditions est acceptable pour des zones à accès limité mais pas pour une zone à accès non limité, à moins que l'équipement d'émission soit installé comme cela est décrit en 4.2.1.1, pour réduire le niveau d'accès d'émission à 1 ou à 2.

Exemple 2: Pour des liaisons avec dépassement au-delà du récepteur, mais dans la ZNR-Assistée, de niveau d'accès 1M ou 2M, il faut que le dépassement (et tout autre rayonnement accessible en dehors du trajet du récepteur, par exemple devant lui) soit contenu dans une zone à accès limité ou contrôlé, une zone à accès non limité conforme à 4.2.1.1, ou un espace inaccessible.

Pour les émetteurs de classes 3B et 4, dans des zones contrôlées, il faut que le trajet global du faisceau, traversant potentiellement d'autres types de zones, y compris un espace inaccessible, soit conforme aux limitations de niveau d'accès du Tableau 1. Cela peut être satisfait, dans certaines applications, par une surveillance continue de toute la ZNR, pour assurer une réduction de puissance automatique et rapide en cas d'interception humaine du trajet du faisceau. Il faut que tout dépassement au-delà du récepteur, (et tout autre rayonnement accessible en dehors du trajet de récepteur – par exemple devant lui), dans la ZNR, soit également contenu dans une zone contrôlée ou dans un espace inaccessible. Il faut que tout dépassement supplémentaire dans la ZNR-Assistée soit contenu dans une zone limitée ou contrôlée, une zone à accès non limité conforme à 4.2.1.1, ou un espace inaccessible.

L'ordre suivant des niveaux d'accès (dans l'ordre croissant de danger) doit s'appliquer dans la présente partie de la CEI 60825: 1, 2, 1M, 2M, 3R, 3B, 4.

NOTE En raison de l'application, l'ordre n'est pas le même que celui utilisé dans la CEI 60825-1.

3.30**spillover**

beam radiant energy that propagates past the receiving terminal

3.31**unaided viewing; without optical aids**

viewing an emitting source from within the emitted beam without using magnifiers or other optical aids, as with the naked eye (prescription eyeglasses and contact lenses are not considered optical aids)

4 Requirements**4.1 General remarks**

FSOCS have limitations imposed by this standard that are dependent on the location type(s) in which they are installed. Product classification and access level restrictions by location type are summarized in Table 1.

In each location where emission is transmitted, crosses or is received, respective exposure conditions must be individually evaluated. Furthermore, potentially occupied locations along the beam path, within the NHZ or NHZ-Aided, must also be evaluated for acceptable access levels (Table 1) and appropriate controls applied. Locations traversed by partial reflections from windows within the beam path must also be evaluated if the emission could exceed access level 1 or 2. At a given location, the installation and operational constraints applied from 4.2 shall be determined by whichever is the more hazardous; the transmitted or the received optical radiation.

Example 1: In the case of a location that receives access level 1 or 2 radiation but uses a Class 1M transmitter in the opposite direction, these combined conditions are acceptable for restricted locations but not for an unrestricted location unless the transmission equipment is installed as described in 4.2.1.1 to reduce the transmit access level to 1 or 2.

Example 2: For links with spillover beyond the receiver, but within the NHZ-Aided that is of access level 1M or 2M, the spillover (and any accessible radiation otherwise outside of the receiver path, e.g. in front of it) must be contained within a restricted or controlled location, an unrestricted location compliant with 4.2.1.1, or inaccessible space.

For Class 3B and Class 4 transmitters in controlled locations, the entire beam path that potentially passes through other location types, including inaccessible space, must comply with the access level restrictions of Table 1. This may be satisfied in some applications by continually monitoring the entire NHZ to ensure rapid automatic power reduction in the event of human interception of the beam path. Any spillover beyond the receiver, (and any accessible radiation otherwise outside of the receiver path – e.g. in front of it), within the NHZ, must also be contained in a controlled location or inaccessible space. Any additional spillover within the NHZ-Aided must be contained within a restricted or controlled location, an unrestricted location compliant with 4.2.1.1, or inaccessible space.

The following ranking of the access levels (in increasing order of hazard) shall apply in this part of IEC 60825: 1, 2, 1M, 2M, 3R, 3B, 4.

NOTE Because of the application, this is not the same as the ranking used in IEC 60825-1.

Tableau 1 – Limitations relatives aux classes d'appareils et aux niveaux d'accès

Type de zone	Classes d'appareil autorisées et conditions d'installation	Niveaux d'accès autorisés
Accès non limité	Classe 1 ou 2 – Pas de condition Classe 1M ou 2M – Voir 4.2.1.1 Classe 3R – Voir 4.2.1.2	1 ou 2
Accès limité	Classe 1, 2, 1M ou 2M – Pas de condition Classe 3R – Voir 4.2.2.1	1, 2, 1M ou 2M
Accès contrôlé	Classe 1, 2, 1M, 2M ou 3R – Pas de condition Classe 3B ou 4 – Voir 4.2.3.1	1, 2, 1M, 2M ou 3R 3B ou 4 – Voir 4.2.3.1
Espace inaccessible	Non applicable	1, 2, 1M, 2M ou 3R

L'organisme d'exploitation a la responsabilité finale de l'installation, du réglage /de l'entretien, de la maintenance et de l'utilisation sûre du système de bout en bout. Cela comprend, en particulier:

- l'identification du type de zone sur toutes les parties de l'ensemble du trajet de transmission, y compris le dépassement du faisceau en dehors de la surface de collecte du récepteur et les réflexions partielles des fenêtres intermédiaires, là où des personnes peuvent avoir accès;
- l'assurance que la classification de l'appareil, les exigences de niveau d'accès et les conditions d'installation du Tableau 1 sont satisfaites pour ces types de zone;
- l'assurance que l'installation, la maintenance et le réglage/l'entretien ne sont exécutés que par des organismes qui ont la possibilité de satisfaire aux exigences de 4.2.

Les exigences relatives aux constructeurs d'émetteurs, aux installateurs et aux organismes de réglage/d'entretien sont également incluses dans cette norme.

4.2 Exigences de niveau d'accès et de classification par type de zone

La zone du SCOEL doit déterminer les niveaux d'accès admissibles des émissions et la classification des équipements à utiliser, ainsi que les types de moyen de contrôle qui en découlent. Le Tableau 1 montre les classes d'appareil acceptables et les niveaux d'accès relatifs aux différents types de zone. Les Figures 1 et 2 illustrent quelques types de zone décrits dans ce paragraphe concernant des lieux commerciaux et résidentiels.

Table 1 – Restrictions for product classes and access levels

Location type	Permissible product classes and installation conditions	Permissible access levels
Unrestricted	Class 1 or 2 – No conditions Class 1M or 2M – See 4.2.1.1 Class 3R – See 4.2.1.2	1 or 2
Restricted	Class 1, 2, 1M or 2M – No conditions Class 3R – See 4.2.2.1	1, 2, 1M or 2M
Controlled	Class 1, 2, 1M, 2M, or 3R – No conditions Class 3B or 4 – See 4.2.3.1	1, 2, 1M, 2M, or 3R 3B or 4 – See 4.2.3.1
Inaccessible space	Not applicable	1, 2, 1M, 2M or 3R

The operating organisation has the ultimate responsibility for the installation, service, maintenance and safe use of the end-to-end system. This includes, especially

- identification of the location type at all portions of the entire transmission path, including beam spillover outside the receiver collection area and partial reflections from intermediate windows, where people may have access;
- ensuring that the product classification, access level requirements, and installation conditions from Table 1 are satisfied for those location types;
- ensuring that installation, maintenance and service are performed only by organisations with the capability of satisfying the requirements of 4.2.

Requirements for transmitter manufacturers, installers and service organisations are also included in this standard.

4.2 Access level and classification requirements by location type

The location of the FSOCs shall determine the permissible access levels of emissions and the classification of equipment to be used and subsequent types of controls. Table 1 shows the acceptable product classes, and access levels for the different types of locations. Figures 1 and 2 illustrate some of the location types described in this subclause for commercial and residential areas.

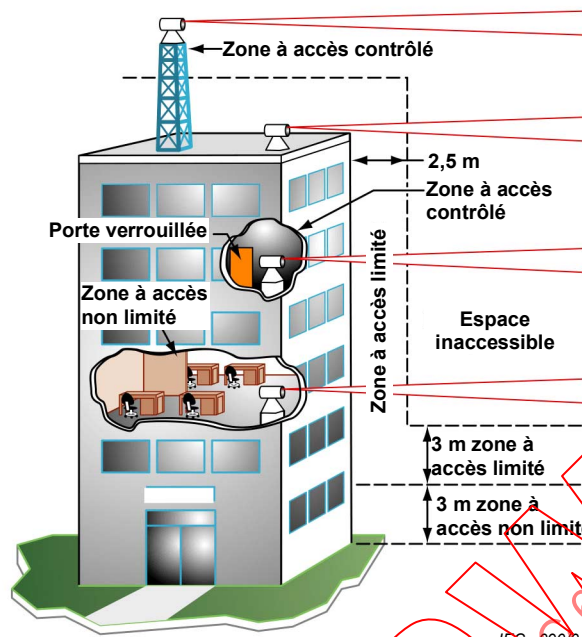


Figure 1 – Bâtiment commercial



Figure 2 – Lieu résidentiel

4.2.1 Exigences relatives aux zones à accès non limité

Les zones à accès non limité sont les lieux normalement accessibles au public (par exemple lieux à accès non limité en toitures, lieux publics au niveau du sol, lieux ouverts (aux clients) de bureaux et de locaux industriels, etc..). Pour les fenêtres pouvant être ouvertes ou les balcons non fermés, le volume à accès non limité se prolonge horizontalement de 1 m à partir de la limite du périmètre, comme représenté à la Figure 3.

Les émissions du SCOEL passant dans une zone à accès non limité ou reçues dans cette zone doivent être d'un niveau d'accès 1 ou 2.

Les émetteurs laser dont le faisceau se propage en espace libre utilisés dans un SCOEL et installés sans conditions additionnelles dans des zones à accès non limité doivent être de classe 1 ou de classe 2.

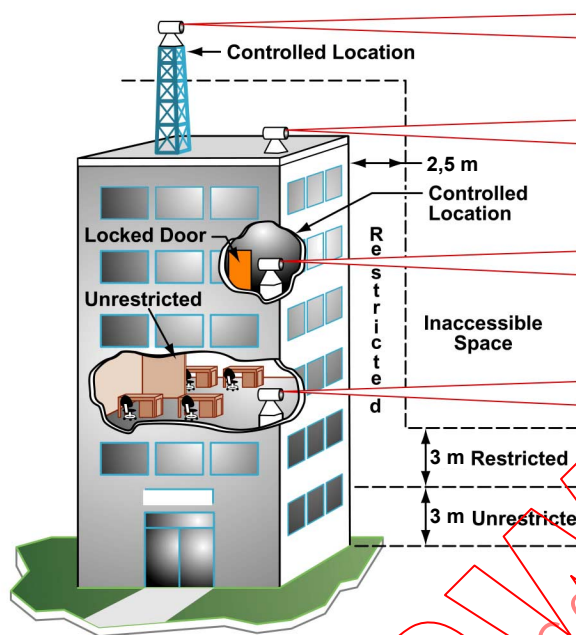


Figure 1 – Commercial structures

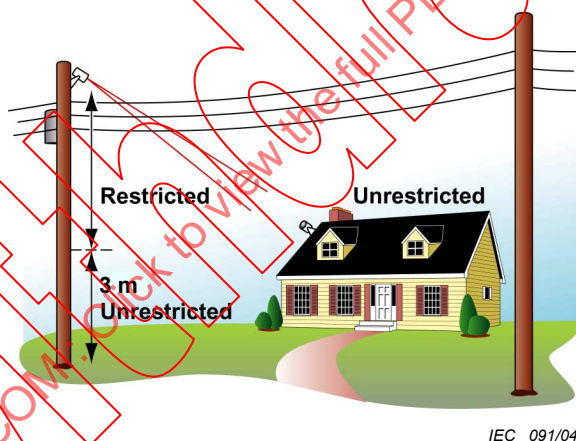


Figure 2 – Residential areas

4.2.1 Requirements for unrestricted locations

Unrestricted locations are those areas that are normally accessible to the public (e.g., unrestricted areas of rooftops, public areas at ground level, open areas of offices and industrial premises, etc). For windows that can be opened or unenclosed balconies, the unrestricted region extends 1 m horizontally from a perimeter boundary as shown in Figure 3.

The FSOCS emissions crossing or received in an unrestricted location shall be access level 1 or 2.

The open beam laser transmitters that are used in FSOCS and are installed without added conditions in unrestricted locations shall be Class 1 or Class 2.

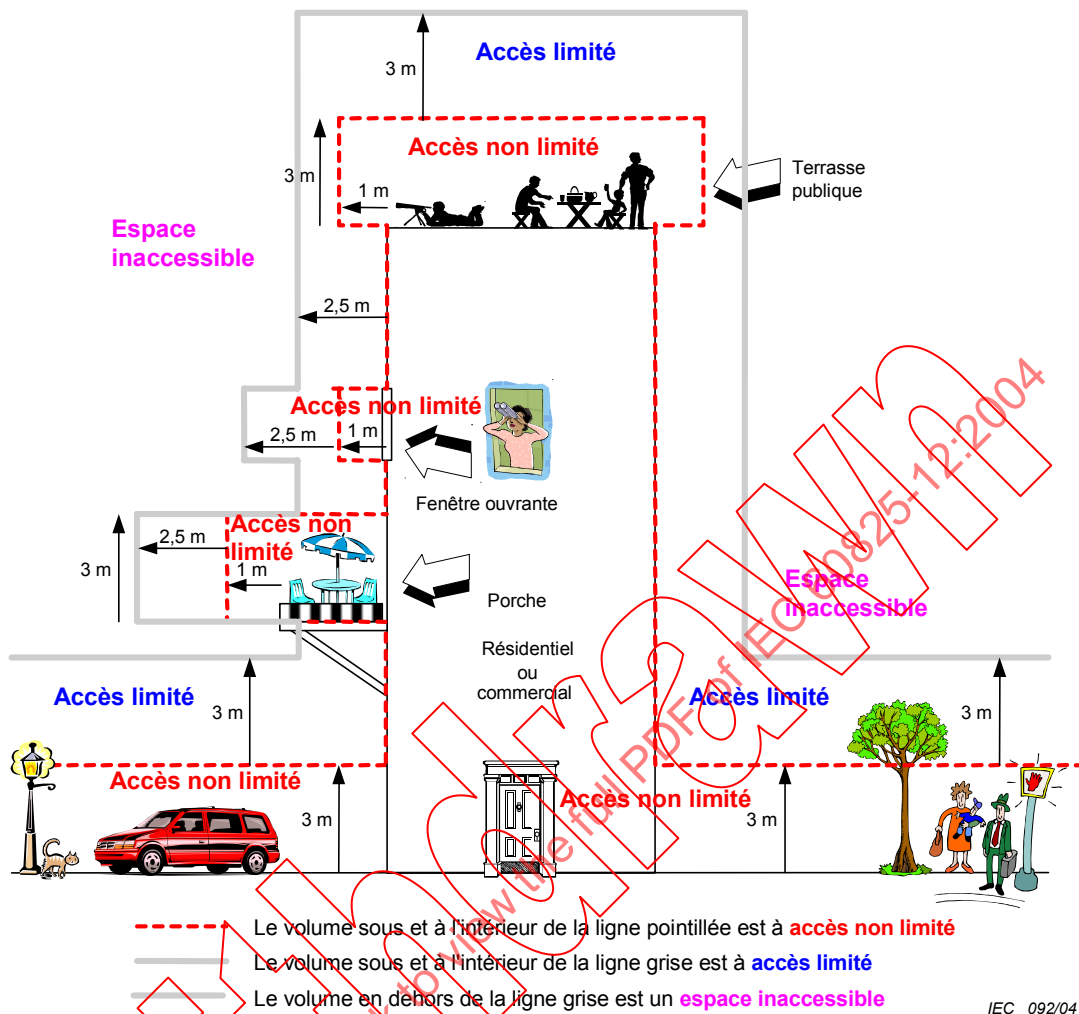


Figure 3 – Exemples de types de zone externe

4.2.1.1 Utilisation d'équipements de classes 1M et 2M dans des zones à accès non limité

L'installation et l'utilisation d'émetteurs de classe 1M ou 2M dans des zones à accès non limité sont autorisées, si les conditions suivantes sont satisfaites:

- 1) L'émetteur doit être installé et être en conformité avec au moins un des points suivants:
 - a) L'utilisation d'instruments d'optique dans la ZNR-Assistée n'est pas un événement raisonnablement prévisible.

- Emetteurs à faisceau collimaté

En ce qui concerne les émetteurs à faisceau collimaté, émetteurs qui ne satisfont pas à la condition 1 du Tableau 10 de la CEI 60825-1, l'installation ne doit pas permettre l'accès à la ZNR-Assistée avec des jumelles ou des lunettes (d'approche) à des distances supérieures à 2 m de l'émetteur. Par exemple, il est permis de placer un équipement de classe 1M ou 2M près du bord d'un toit à accès non limité, à condition que tous les points de la ZNR-Assistée, se trouvant à des distances supérieures à 2 m de l'émetteur soient dans une zone à accès limité, (au-delà de l'extension de 1 m de la zone à accès non limité jouxtant le bord du toit, comme cela est indiqué à la Figure 3). Cette condition est illustrée par la Figure 4.

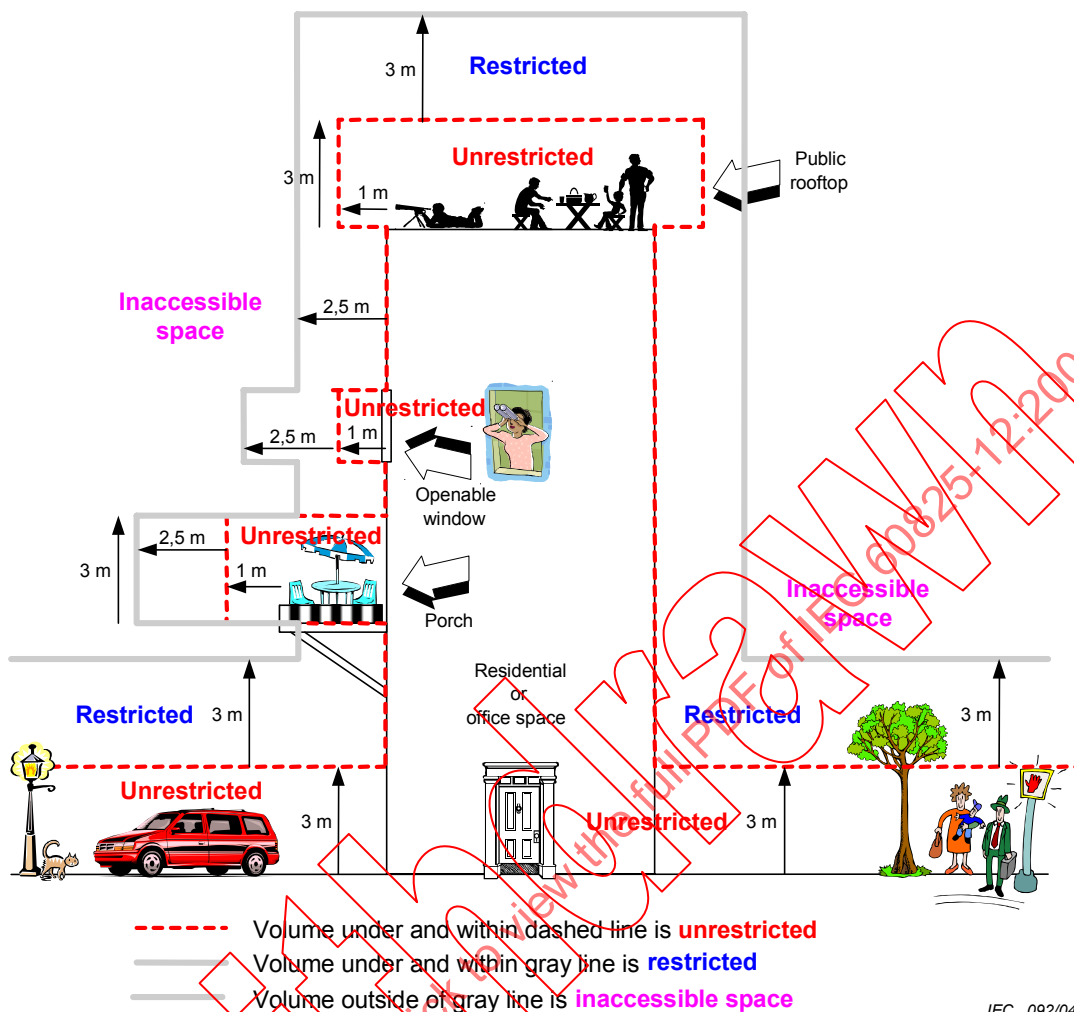


Figure 3 – Examples of external location types

4.2.1.1 Use of Class 1M and Class 2M laser products in unrestricted locations

Installation and use of Class 1M or 2M transmitters in unrestricted locations is permitted if all the following conditions are satisfied:

- 1) The transmitter shall be installed and comply with at least one of the following:
 - a) The use of optical aids within the NHZ-Aided is not a reasonably foreseeable event.
 - Collimated beam transmitters

For collimated beam transmitters, transmitters that do not satisfy condition 1 of Table 10 in IEC 60825-1, the installation shall not allow access to the NHZ-Aided with binoculars or telescopes at distances greater than 2 m from the transmitter. For example, locating Class 1M or 2M equipment near the edge of an unrestricted roof is permissible provided that all points within the NHZ-Aided at distances greater than 2 m from the transmitter are in a restricted location, (beyond the 1 m extension of the unrestricted location next to the roof edge as indicated in Figure 3). This condition is illustrated in Figure 4.

NOTE L'utilisation de jumelles ou de lunettes (d'approche) à des distances inférieures à 2 m d'un émetteur n'est pas considérée comme un événement raisonnablement prévisible. Cependant, il convient que les émetteurs soient placés, aussi près que cela est raisonnablement possible, d'un bord de fenêtre ou de toit.

- **Emetteurs à faisceau divergent**

En ce qui concerne les émetteurs à faisceau divergent, émetteurs qui ne satisfont pas à la condition 2 du Tableau 10 de la CEI 60825-1, l'installation ne doit pas permettre l'accès à la ZNR-Assistée avec des loupes d'horloger ou des loupes à main à des distances inférieures à 100 mm de l'émetteur. Par exemple, il est permis de placer un émetteur de communication sans fil de classe 1M ou 2M au plafond, à condition qu'un hublot ou tout autre obstacle empêche l'accès à des points situés sur le trajet du faisceau à une distance inférieure à 100 mm de l'émetteur.

NOTE La détermination de ce qui constitue un événement raisonnablement prévisible est de la responsabilité de l'organisme d'exploitation (par exemple, l'EN 1050 est une norme d'évaluation des risques).

- b) L'émetteur doit comporter un connecteur de verrouillage qui est interfacé avec un SPI au moment de l'installation, de sorte que l'énergie accessible soit limitée au niveau d'accès 1 ou 2, comme cela est indiqué à la Figure 5.
- 2) L'installation doit garantir qu'il n'y a aucune énergie laser réfléchie en retour dans la zone à accès non limité (à partir d'une fenêtre par exemple) dépassant le niveau d'accès 1 ou 2;
 - 3) L'émetteur et/ou son coffret de protection doit nécessiter un outil spécial pour le déplacer/le retirer, et une étiquette doit être bien visible pour avertir du risque avant et après le déplacement de l'émetteur ou de son coffret de protection. Si cela n'est pas possible, l'émetteur et/ou son coffret de protection doivent être équipés d'un système de verrouillage.

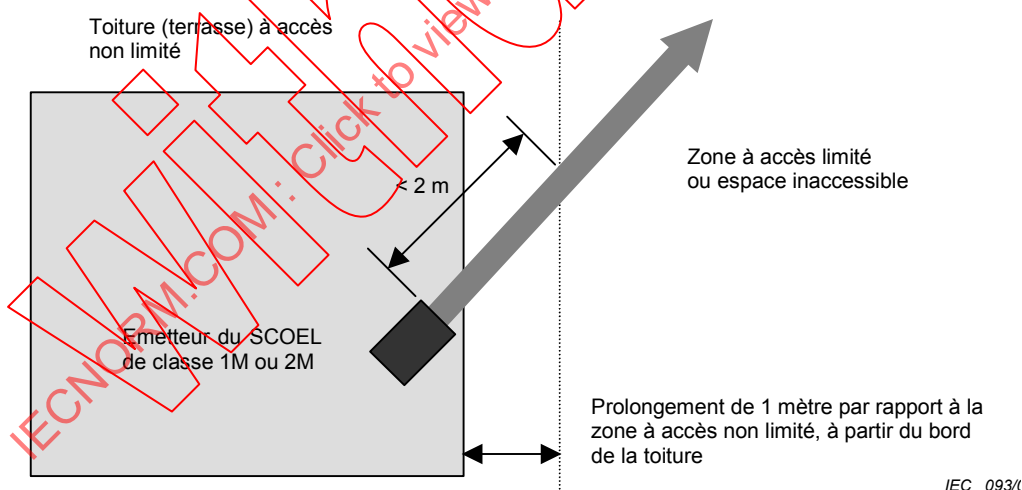


Figure 4 – Emetteur de classe 1M ou 2M près du bord d'une toiture à accès non limité

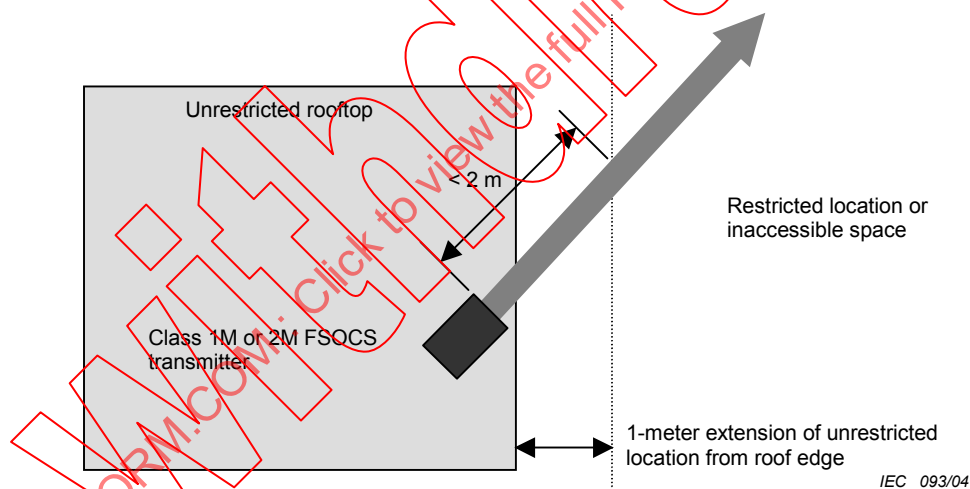
NOTE It is not considered a reasonably foreseeable event to make use of binoculars or telescopes at distances closer than 2 m from a transmitter. However, transmitters should be placed as close to a window or roof edge as reasonably possible.

- Diverging beam transmitters

For diverging beam transmitters, transmitters that do not satisfy condition 2 of Table 10 in IEC 60825-1, the installation shall not allow access to the NHZ-Aided with eye loupes or magnifiers at distances closer than 100 mm from the transmitter. For example, locating a Class 1M or 2M wireless transmitter on a ceiling is permissible provided that a window or other barrier prevents access to points within the beam path closer than 100 mm from the transmitter.

NOTE Determination of what constitutes a reasonably foreseeable event is the responsibility of the operating organisation (EN 1050 is a risk assessment standard, for example).

- b) The transmitter shall provide an interlock connector that is interfaced with an IPS at the time of installation so that the accessible energy is limited to access level 1 or 2 as indicated in Figure 5.
- 2) The installation shall ensure that there is no laser energy reflected back into the unrestricted location (from a window for example) that exceeds access level 1 or 2;
- 3) The transmitter and/or shielding shall require a special tool to move/remove it, and a label that is visible to warn of the hazard before and after the transmitter or shielding is displaced. Alternatively, the transmitter and/or shielding shall be equipped with an interlock.



IEC 093/04

Figure 4 – Class 1M or 2M transmitter near edge of unrestricted rooftop

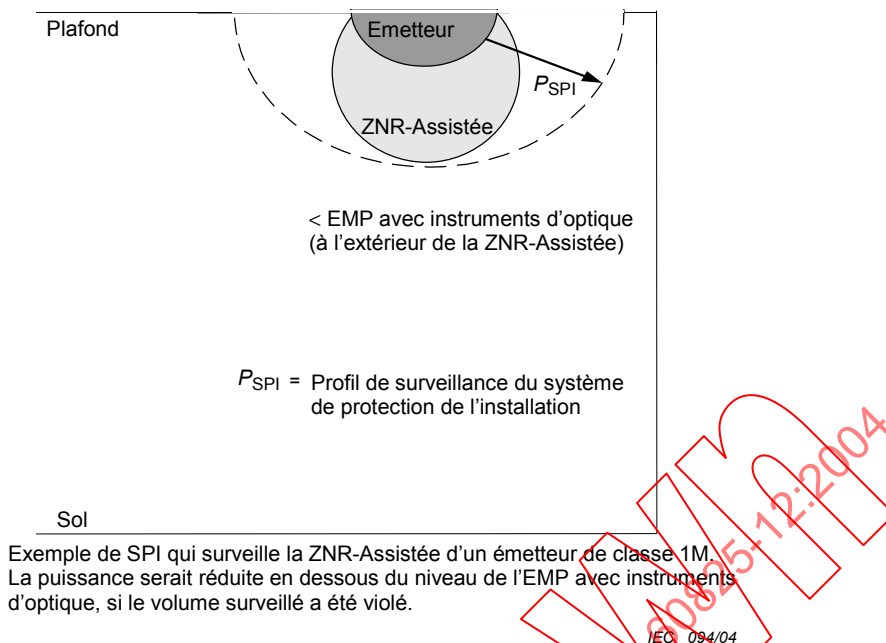


Figure 5 – Emetteur de classe 1M dans des zones à accès non limité

4.2.1.2 Utilisation d'équipements de classe 3R dans des zones à accès non limité

L'installation et l'utilisation d'un émetteur d'un SCOEL de classe 3R dans une zone à accès non limité est autorisée si les conditions suivantes sont satisfaites:

- 1) L'émetteur doit être installé et être en conformité avec au moins un des points suivants:
 - a) une exposition de l'œil dans la ZNR et l'utilisation d'instruments d'optique dans la ZNR-Assistée ne sont pas des événements raisonnablement prévisibles, ou bien
 - b) l'émetteur doit comporter un connecteur de verrouillage qui est interfacé avec un SPI au moment de l'installation, de sorte que l'énergie accessible soit limitée au niveau d'accès 1 ou 2, comme cela est indiqué à la Figure 5.

NOTE La détermination de ce qui constitue un événement raisonnablement prévisible est de la responsabilité de l'organisme d'exploitation (par exemple, l'EN 1050 est une norme d'évaluation des risques).

- 2) L'installation doit garantir qu'il n'y a aucune énergie laser réfléchie en retour dans la zone à accès non limité (à partir d'une fenêtre, par exemple) dépassant le niveau d'accès 1 ou 2.
- 3) L'émetteur et/ou son coffret de protection doivent nécessiter un outil spécial pour le déplacer/le retirer, et une étiquette doit être bien visible pour avertir du risque avant et après le déplacement de l'émetteur ou de son coffret de protection. Si cela n'est pas possible, l'émetteur et/ou son coffret de protection doivent être équipés d'un système de verrouillage.

4.2.2 Exigences relatives aux zones à accès limité

Les zones à accès limité sont les lieux inaccessibles au grand public, mais accessibles au personnel autorisé qui peut ne pas avoir de formation à la sécurité laser. Dans le cas où des conditions de vision assistée optiquement seraient raisonnablement prévisibles, un panneau d'avertissement approprié doit être fourni, comme cela est indiqué par le Tableau 2.

Des exemples de zones intérieures à accès limité sont: coffrets d'équipements et placards (armoires) dans les bureaux et les bâtiments industriels, et salles verrouillées/dédiées. Les zones intérieures à accès limité peuvent être occupées par du personnel de réglage/d'entretien/de maintenance ou par des visiteurs accompagnés, sans formation à la sécurité laser du SCOEL.

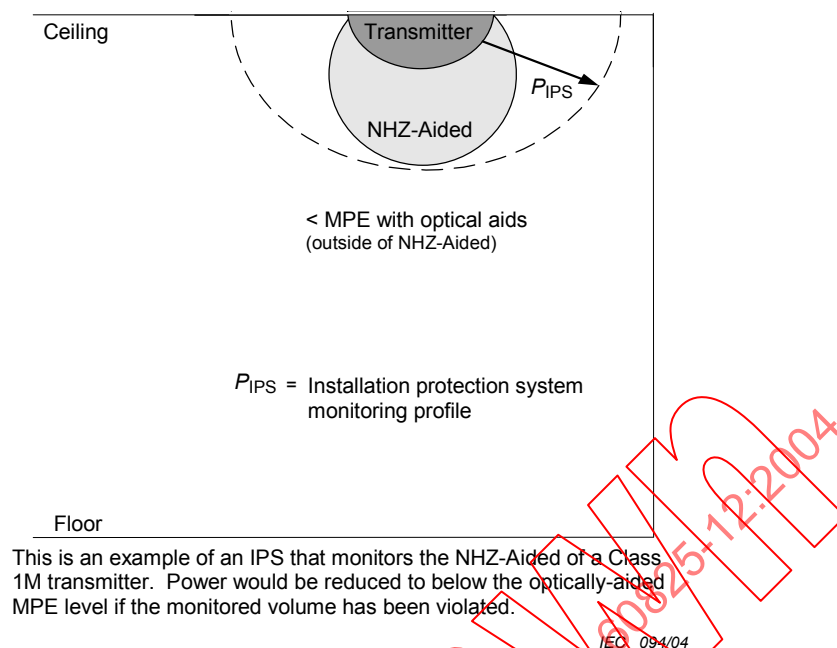


Figure 5 – Class 1M transmitter in unrestricted location

4.2.1.2 Use of Class 3R equipment in unrestricted locations

Installation and use of a Class 3R FSOCS transmitter in an unrestricted location is permitted if the following conditions are satisfied:

- 1) The transmitter shall be installed and comply with at least one of the following:
 - a) an eye exposure within the NHZ and the use of optical aids within the NHZ-Aided are not reasonably foreseeable events, or
 - b) the transmitter shall provide an interlock connector that is interfaced with an IPS at the time of installation so that the accessible energy is limited to access level 1 or 2 as indicated in Figure 5.
- NOTE Determination of what constitutes a reasonably foreseeable event is the responsibility of the operating organisation (EN 1050 is a risk assessment standard, for example).
- 2) The installation shall ensure that there is no laser energy reflected back into the unrestricted location (from a window for example) that exceeds access level 1 or 2.
- 3) The transmitter and/or shielding shall require a special tool to move/remove it, and a label that is visible to warn of the hazard before and after the transmitter or shielding is displaced. Alternatively, the transmitter and/or shielding shall be equipped with an interlock.

4.2.2 Requirements for restricted locations

Restricted locations are those areas that are inaccessible by the general public but that are accessible to authorized personnel that may not have laser safety training. Where optically-aided viewing conditions are reasonably foreseeable, a suitable warning sign shall be provided as indicated in Table 2.

Examples of interior restricted locations are: equipment cabinets and closets (cupboards) in offices and industrial buildings and locked/dedicated rooms. Interior restricted locations could be occupied by service/maintenance personnel or escorted visitors without FSOCS laser safety training.

Les zones à accès limité existent également à l'extérieur. La zone à accès limité jouxtant les côtés extérieurs d'un bâtiment s'étend à 2,5 m à partir des surfaces extérieures, des balcons ou des escaliers extérieurs du bâtiment, comme cela est représenté à la Figure 3. Des exemples de zones à accès limité extérieures sont: lieux à accès limité sur des toitures de bâtiments commerciaux ou industriels, poteaux téléphoniques ou lieux où il pourrait y avoir des échafaudages. Les espaces à accès limité extérieurs peuvent être occupés par du personnel de lavage de vitres ou de réglage/d'entretien/de maintenance, sans formation à la sécurité laser du SCOEL.

Les zones extérieures sont également considérées comme étant à accès limité, si l'une des conditions suivantes est satisfaite:

- a) la zone est située entre 3 m et 6 m au-dessus d'une surface d'une zone à accès non limité, ou bien
- b) la zone est dans un espace horizontal de 2,5 m, partant de toute zone à accès non limité et, si cela est applicable, à plus de 3 m au-dessus de la surface de toute zone sous-jacente à accès non limité.

Les signaux optiques en espace libre, traversant une zone à accès limité ou reçus dans celle-ci, ne doivent pas dépasser le niveau d'accès 1M ou 2M (c'est-à-dire inférieur aux limites de l'EMP, sans instrument d'optique).

Les émetteurs laser dont le faisceau se propage en espace libre utilisés dans un SCOEL et installés sans conditions additionnelles dans des zones à accès limité, doivent être de classe 1, 2, 1M ou 2M.

4.2.2.1 Utilisation d'équipements de classe 3R dans des zones à accès limité

L'installation et l'utilisation d'émetteurs de classe 3R dans des zones à accès limité sont autorisées, si toutes les conditions suivantes sont satisfaites:

- 1) L'émetteur doit être installé et être en conformité avec au moins un des points suivants:
 - a) une exposition de l'œil dans la ZNR et l'utilisation d'instruments d'optique dans la ZNR-Assistée ne sont pas des événements raisonnablement prévisibles, ou
 - b) l'émetteur doit comporter un connecteur de verrouillage qui doit être interfacé avec un SPI au moment de l'installation, ainsi le niveau d'accès doit être limité à 1, 2, 1M ou 2M, comme cela est indiqué à la Figure 6.
- 2) L'installation doit garantir qu'il n'y a aucune énergie laser réfléchie en retour dans la zone à accès limité (à partir d'une fenêtre par exemple) dépassant le niveau d'accès 1M ou 2M.
- 3) L'émetteur et/ou son coffret de protection doivent nécessiter un outil spécial pour le déplacer/le retirer, et une étiquette doit être bien visible pour avertir du risque avant et après le déplacement de l'émetteur ou de son coffret de protection. Si cela n'est pas possible, l'émetteur et/ou son coffret de protection doivent être équipés d'un système de verrouillage.
- 4) Tout débordement supplémentaire au-delà du récepteur dans la ZNR-Assistée doit être contenu dans la zone à accès limité ou bien, s'il est dans la zone à accès non limité, il faut qu'il se conforme aux conditions de 4.2.1.1.

Restricted locations also exist outdoors. The restricted location on the exterior sides of a building extends outward 2,5 m from the exterior surfaces, balconies or stairways of the building as shown in Figure 3. Examples of exterior restricted locations are: limited access areas of commercial or industrial rooftops, telephone poles, or areas where scaffolding might exist. Exterior restricted space could be occupied by window cleaners or service/maintenance personnel without FSOCS laser safety training.

Exterior locations are also considered restricted if either of the following conditions is satisfied:

- a) the location is within the range of 3 m to 6 m above a surface in an unrestricted location, or
- b) the location is within 2,5 m in horizontal spacing from any unrestricted location and, if applicable, is greater than 3 m above the surface of any underlying unrestricted location.

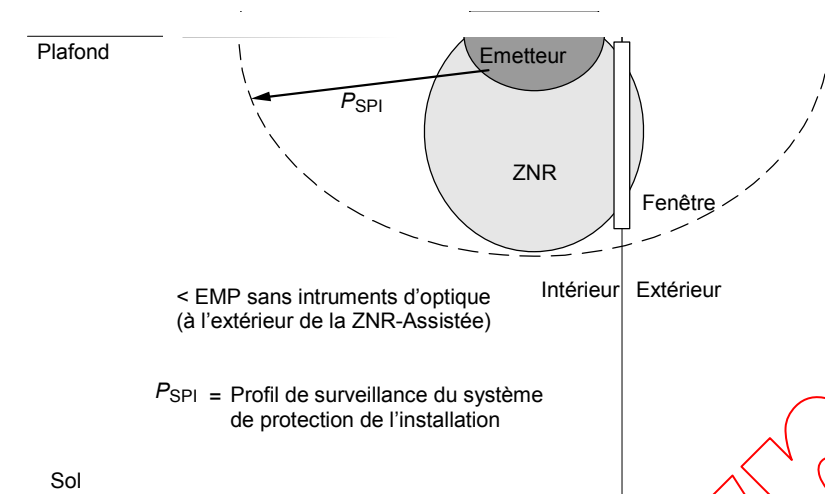
Free space optical signals crossing or received in a restricted location shall not exceed access level 1M or 2M (i.e. below the MPE limits without optical aids).

The open beam laser transmitters that are used in an FSOCS and are installed without added conditions in restricted locations shall be Class 1, 2, 1M or 2M.

4.2.2.1 Use of Class 3R laser products in restricted locations

Installation and use of Class 3R transmitters in restricted locations is permitted if all of the following conditions are satisfied:

- 1) The transmitter shall be installed and comply with at least one of the following:
 - a) an eye exposure within the NHZ and the use of optical aids within the NHZ-Aided are not reasonably foreseeable events, or
 - b) the transmitter shall have an interlock connector that shall be interfaced with an IPS at the time of installation so that the access level shall be limited to 1, 2, 1M or 2M as indicated in Figure 6.
- 2) The installation shall ensure that there is no laser energy reflected back into the restricted location (from a window for example) that exceeds access level 1M or 2M.
- 3) The transmitter and/or shielding shall require a special tool to move/remove it, and a label that is visible to warn of the hazard before and after the transmitter or shielding is displaced. Alternatively, the transmitter and/or shielding shall be equipped with an interlock.
- 4) Any additional spillover beyond the receiving terminal within the NHZ-Aided shall be within the restricted location, or if in unrestricted location must comply with conditions in 4.2.1.1.



Ceci est un exemple d'SPI qui surveille l'ensemble de la ZNR d'un émetteur de classe 3R. La puissance est réduite au niveau de l'EMP sans instrument d'optique, si un accès humain est détecté dans le volume surveillé.

Il faut que des précautions supplémentaires soient prises pour surveiller la ZNR, lorsque l'on passe de l'intérieur à l'extérieur.

IEC 094/04

Figure 6 – Emetteur de classe 3R dans une zone à accès limité

4.2.3 Exigences relatives aux zones à accès contrôlé

Les zones à accès contrôlé sont les lieux normalement inaccessibles, sauf au personnel autorisé, avec une formation à la sécurité laser appropriée (par exemple terminaux montés sur des tours, lieux enclos/sécurisés sur les toitures, salles verrouillées avec accès strictement contrôlé, etc.).

L'installation et l'utilisation d'émetteurs de classes 1, 2, 1M, 2M et 3R sont autorisées dans des zones contrôlées, sans condition supplémentaire.

Les émissions du SCOEL, traversant les zones contrôlées ou reçues dans celles-ci, ne doivent pas dépasser le niveau d'accès 1M, 2M ou 3R, sauf pour les cas décrits en 4.2.3.1.

4.2.3.1 Utilisation d'équipements de classe 3B et 4 dans des zones à accès contrôlé

D'une façon générale, il est préférable que l'installation et l'utilisation des équipements du SCOEL soient réalisées de telle manière que les niveaux d'accès 3B et 4 soient évités. Cependant, à condition que la zone dans laquelle le niveau d'accès 1M, 2M ou 3R est dépassé soit circonscrite à une zone contrôlée, les pratiques en matière de sécurité, définies par les normes de l'industrie (par exemple la CEI 60825-1), sont autorisées pour prévenir l'exposition humaine aux niveaux d'accès 3B et 4. A Noter que des niveaux d'accès 3B ou 4 ne sont pas autorisés en dehors d'une zone à accès contrôlé.

Les émetteurs laser de classe 3B et 4 dont le faisceau se propage en espace libre peuvent être installés et utilisés dans des zones à accès contrôlé, si les conditions suivantes sont satisfaites:

- Un SPI est mis en place et détecte l'entrée humaine dans un volume contenant la ZNR dans son entier, celle-ci s'étendant en dehors des limites de la zone à accès contrôlé, et il provoque la réduction de puissance du laser à un niveau spécifié en un temps spécifié (voir 4.5).

NOTE Il convient de prendre soin à la détermination d'une ZNR qui inclut des sources d'erreur ou un dépointage du faisceau.

- Si le récepteur terminal est situé dans la ZNR, tout dépassement au-delà du terminal récepteur dans la ZNR doit également être contenu dans une zone à accès contrôlé.

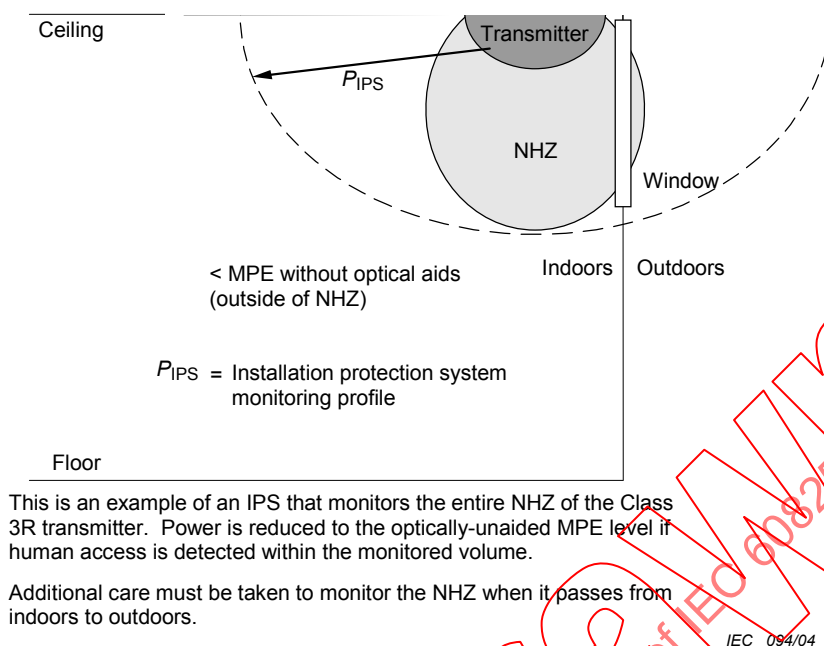


Figure 6 – Class 3R transmitter in restricted location

4.2.3 Requirements for controlled locations

Controlled locations are those areas that are normally inaccessible except to authorized personnel with appropriate laser safety training (e.g., tower-mounted terminals, fenced/secure areas of rooftops, locked rooms with strictly-controlled access, etc.).

Installation and use of Class 1, 2, 1M, 2M and 3R transmitters is permitted in controlled locations without added conditions.

FSOCS emissions crossing into or received in controlled locations shall not exceed access level 1M, 2M or 3R except as described in 4.2.3.1.

4.2.3.1 Use of Class 3B and Class 4 laser products in controlled locations

Generally, installation and use of FSOCS equipment in a manner that avoids access levels of 3B and 4 is preferred. However, provided the zone where access level 1M, 2M or 3R is exceeded is confined to a controlled location, industry standard safe practices, (e.g. IEC 60825-1), are permitted to prevent human exposure to access levels of 3B and 4. Note that access levels of 3B or 4 are not permitted outside of a controlled location.

Open beam laser transmitters of Class 3B and 4 may be installed and used in controlled locations if all of the following conditions are satisfied:

- a) An IPS is in place that detects human entry to a volume containing the entire portion of the NHZ that extends outside of the boundaries of the controlled location and causes reduction of the power of the laser to a specified level within a specified time (see 4.5).

NOTE Care should be taken to determine an NHZ that includes sources of error or beam mis-steer.

- b) If the receiver is located within the NHZ, any spillover beyond the receiving terminal within the NHZ shall also be contained in a controlled location.

- c) Tout débordement supplémentaire au-delà d'un récepteur terminal dans la ZNR-Assistée ne doit pas entrer dans une zone à accès non limité, sauf si les conditions de 4.2.1.1 sont réunies.
- d) Un responsable de sécurité laser (voir la CEI 60825-1) de l'organisme d'exploitation doit être responsable de l'établissement et de la mise en oeuvre des moyens de maîtrise des dangers relatifs au laser dans la zone à accès contrôlé.

4.2.4 Exigences relatives à un espace inaccessible

L'espace inaccessible inclut tout espace qui n'est ni dans des zones à accès non limité, ni dans des zones à accès limité, ni dans des zones à accès contrôlé. Cet espace s'étend à l'extérieur, horizontalement, à partir:

- a) de 2,5 m des surfaces extérieures de tous les bâtiments ou à partir de 3,5 m des zones qui peuvent être occupées de tous les bâtiments (par exemple des balcons, des escaliers ou des fenêtres ouvrantes), ou
- b) des limites des zones à accès limité,

et qui s'étend verticalement, vers le haut, soit de 6 m au-dessus de la surface d'une zone à accès non limité, soit de 3 m au-dessus de la surface d'une zone à accès limité. Ces conditions sont indiquées à la Figure 3.

L'accès au rayonnement optique en espace libre dans un espace inaccessible ne doit pas dépasser le niveau d'accès 1M, 2M ou 3R.

Si la ZNR d'un émetteur du SCOEL empiète sur le domaine aérien navigable, les autorités de l'aviation appropriées doivent être alertées. Il peut y avoir des exigences réglementaires supplémentaires si des lasers visibles sont utilisés près des aéroports.

4.3 Classification

La classification de l'émetteur optique est déterminée par le constructeur, elle est basée sur la mesure ou l'analyse du rayonnement optique accessible, comme cela est spécifié par la CEI 60825-1. Il faut que le faisceau primaire et tout alignement ou les faisceaux des balises, accessibles lors du fonctionnement, soient considérés pour déterminer la classe de l'appareil et son utilisation dans des zones appropriées, comme cela est indiqué au Tableau 1. Les essais de vérification doivent être faits dans des conditions adéquates, par exemple en des positions accessibles, en utilisant les diaphragmes et les durées spécifiées dans la CEI 60825-1.

Les équipements du SCOEL peuvent être conçus pour fonctionner avec un dispositif RAP, de sorte que la puissance émise soit réduite lorsqu'un humain passe dans la ZNR, ou dans la ZNR-Assistée, (voir 4.3.1). En ce qui concerne les applications du SCOEL, il est permis de déterminer la classification de ses émetteurs et l'attribution du niveau d'accès, en se basant sur l'émission accessible, après un retard de 2 s à partir de l'exposition humaine initiale. Pendant la période de 2 s, l'EMP, mesurée en utilisant les conditions de vision sans instrument d'optique, ne doit pas être dépassée pour les équipements classés 1, 2, 1M ou 2M. Pour les conditions de vision sans instrument d'optique, se référer au Tableau 7 de la CEI 60825-1. Un dispositif RAP n'est autorisé que sur les émetteurs qui sont classés 1, 2, 1M ou 2M, avec le dispositif RAP activé.

NOTE Justification pour les 2 s: En raison de la difficulté qu'une personne a, avec des jumelles ou tout autre instrument d'optique, à s'aligner totalement avec un faisceau optique en espace libre, il n'est pas raisonnablement prévisible que cette personne puisse intercepter l'énergie totale du faisceau en 2 s.

- c) Any additional spillover beyond a receiver within the NHZ-Aided shall not enter an unrestricted location unless conditions of 4.2.1.1 are met.
- d) A laser safety officer (see IEC 60825-1) from the operating organisation shall be responsible for establishing and implementing control measures for laser hazards within the controlled location.

4.2.4 Requirements for inaccessible space

Inaccessible space includes all space that is in neither unrestricted, restricted, nor controlled locations. This space extends outward horizontally

- a) 2,5 m from the exterior surfaces of all buildings, or 3,5 m from locations that may be occupied (e.g. balconies, stairways or openable windows) of all buildings, or
 - b) from the boundaries of restricted locations,
- and extends upward vertically either from 6 m above a surface in an unrestricted location, or from 3 m above a surface in a restricted location. These conditions are indicated in Figure 3.

Access to free space optical radiation in inaccessible space shall not exceed access level 1M, 2M or 3R.

If the NHZ from an FSOCS transmitter intercepts navigable airspace, the appropriate aviation authorities shall be notified. There may be additional regulatory requirements if visible laser beams are used near airports.

4.3 Classification

Classification of the optical transmitter is determined by the manufacturer based on measurement or analysis of accessible optical radiation as specified in IEC 60825-1. Both the primary beam and any alignment or beacon beams accessible during operation must be considered in classifying the product and determining its use in appropriate locations as indicated in Table 1. Verification tests shall be made under the appropriate conditions, e.g. at accessible positions, using the limiting apertures and time durations specified in IEC 60825-1.

FSOCS equipment may be designed to operate with an APR system so that the emitted power is reduced when a human crosses into the NHZ, or NHZ-Aided, (see 4.3.1). For FSOCS applications, it is permissible to determine classification of FSOCS transmitters and the access level assignment based on the emission that is accessible following a 2-second delay from the time of initial human exposure. During the 2-second period the MPE, measured using viewing conditions without optical aids shall not be exceeded for equipment classified as Class 1, 2, 1M or 2M. For viewing conditions without optical aids refer to Table 7 of IEC 60825-1. An APR system is only permitted on transmitters that are classified as Class 1, 2, 1M or 2M with the APR system enabled.

NOTE Rationale for 2 s: Because of the difficulty of a person with binoculars or other optical aid to fully align with a free space optical beam, it is not reasonably foreseeable that a person could intercept the beam's full power within 2 s.

4.3.1 Mécanismes de réduction automatique de puissance (RAP)

Un dispositif RAP est un dispositif qu'un constructeur peut fournir avec un émetteur du SCOEL dont la fonction est de réduire la puissance accessible à un niveau spécifique dans un temps spécifique, chaque fois qu'un événement pourrait avoir comme conséquence une exposition humaine à un rayonnement supérieure à l'EMP applicable, par exemple une personne interceptant le faisceau, ou bien même une très petite partie du faisceau qui correspondrait à un diaphragme de 50 mm, 25 mm, 7 mm ou 3,5 mm ou à toute autre ouverture, comme cela est décrit dans le Tableau 10 de la CEI 60825-1.

Le fonctionnement d'un dispositif RAP affecte la classification de l'émetteur du SCOEL et le niveau d'accès aux zones surveillées, comme cela est décrit en 4.4. Le dispositif RAP ne se rapporte qu'au mécanisme qui surveille la ZNR ou la ZNR-Assistée et réduit la puissance. Il ne s'étend pas aux systèmes de protection des installations utilisés pour limiter l'accès dans une zone à accès non limité, à accès limité ou à accès contrôlé.

Les émetteurs du SCOEL, qui seraient de classe 4, sans dispositif RAP, doivent être installés de telle manière que le niveau d'accès 4 ne puisse être présent dans une zone à accès non limité, en cas de défaillance du RAP.

4.3.1.1 Exigences des performances d'un dispositif RAP

Un dispositif RAP doit réaliser ce qui suit:

- a) surveiller la totalité de la ZNR ou de la ZNR-Assistée, en fonction du niveau d'accès réduit;
- b) détecter l'interception humaine de la ZNR ou de la ZNR-Assistée, suivant le cas, et réduire la puissance accessible à un niveau spécifié, dans le temps spécifié, puis maintenir la puissance au niveau spécifié ou au-dessous, pendant la durée du danger potentiel;
- c) pendant la période de 2 s allouée à la réduction de puissance, s'assurer que l'EMP, sans instrument d'optique (comme indiqué dans la CEI 60825-1), au point d'interception, n'est pas dépassée pour une classe d'appareil 1, 2, 1M ou 2M;
- d) avoir un niveau de fiabilité satisfaisant pour tous les sous-ensembles, (comprenant, par exemple, les commutateurs, l'électronique, le logiciel et les capteurs) et être tolérant au premier défaut; par exemple, lorsque les premiers défauts du système se produisent, pouvant autoriser une énergie accessible supérieure au niveau d'accès 1 ou 2 dans la ZNR-Assistée pour des appareils de classe 1 ou 2, ou au niveau d'accès 1M ou 2M dans la ZNR pour des appareils de classe 1M ou 2M, la fonction de sécurité RAP étant activée;

NOTE L'Annexe B présente quelques exemples de méthodes d'évaluation de la fiabilité.

- e) si un mécanisme de neutralisation du dispositif RAP est fourni, pour l'installation ou des travaux de réglage/d'entretien, alors qu'il est activé, il faut que le rétablissement en fonctionnement normal soit empêché, et il faut qu'un avertissement visuel ou auditif indique clairement que le dispositif RAP a été neutralisé (sur la base des exigences de verrouillage de la CEI 60825-1);
- f) pour les émetteurs qui seraient de classe 3B ou 4, sans dispositif RAPR, un premier défaut dans la fonction de sécurité de ce dispositif doit entraîner:
 - 1) la réduction du niveau d'émission de l'émetteur, en 2 s à l'apparition du défaut à la classe 1 ou 2, s'il est installé dans une zone à accès non limité, ou à la classe 1, 2, 1M ou 2M, s'il est installé dans une zone à accès limité ou à accès contrôlé, (pendant la période de réduction de 2 s, l'EMP non assistée optiquement ne doit pas être dépassée), et
 - 2) la notification de la condition de premier défaut à l'organisme d'exploitation, au moyen du système de surveillance de réseau ad hoc; et

4.3.1 Automatic power reduction mechanisms (APR)

An APR system is a feature that a manufacturer may supply with an FSOCS transmitter by which the accessible power is reduced to a specific level within a specific time, whenever there is an event that could result in human exposure to radiation above the applicable MPE, e.g. a person intercepting the beam or even a very small portion of the beam that would accommodate a 50 mm, 25 mm, 7 mm or 3,5 mm or other aperture, as described in Table 10 of IEC 60825-1.

The operation of an APR system affects the classification of the FSOCS transmitter and the access level at monitored locations as described in 4.4. The APR only refers to that mechanism that monitors the NHZ or NHZ-Aided and reduces power. It does not extend to installation protection systems used for limiting access in a unrestricted, restricted or controlled location.

FSOCS transmitters which would be Class 4 without an APR system, shall not be installed in a manner such that access level 4 could be present in an unrestricted location in the event of an APR failure.

4.3.1.1 APR performance requirements

An APR shall accomplish the following:

- a) monitor the entire NHZ or NHZ-Aided depending on the reduced access level;
- b) detect human interception of the NHZ or NHZ-Aided, as appropriate, and reduce accessible power to a specified level within the specified time, and maintain the power at or below the specified level for the duration of the potential hazard;
- c) during the 2-second period allowed for power reduction, ensure that the MPE without optical aids (as indicated in IEC 60825-1) at the point of interception shall not be exceeded for a Class 1, 2, 1M or 2M product;
- d) have an adequate level of reliability for all subsystems, (including, for example, switches, electronics, software and sensors) and be single fault tolerant, e.g., when single faults of the system occur that could permit an accessible energy above access level 1 or 2 within the NHZ-Aided for Class 1 or 2 products, or access level 1M or 2M within the NHZ for Class 1M or 2M products, the safety function of the APR is performed;

NOTE Annex B shows some examples of reliability assessment methods.

- e) if an APR override mechanism is provided, for installation or servicing work, while enabled, the resumption of normal operation must be prevented, and a visible or audible warning must clearly indicate that the APR has been overridden (based on interlock override requirements from IEC 60825-1);
- f) in transmitters which would be Class 3B or 4 without an APR system, a single fault in the safety function of the APR system shall cause:
 - 1) reduction of transmitter emission level within 2 s of fault occurrence to Class 1 or 2 if installed in an unrestricted location or to Class 1, 2, 1M or 2M if installed in either a restricted or controlled location, (during the 2-second reduction period, the optically unaided MPE shall not be exceeded), and
 - 2) notification of the single fault condition to the operating organisation by means of a required network monitoring system; and

- g) en raison du grand nombre de méthodes de détection possibles, le constructeur doit déterminer une procédure d'essai pour vérifier convenablement les performances du système de détection qui déclenche le dispositif RAP. Il convient que l'essai tienne compte des êtres humains allant de l'enfant en bas âge à l'adulte (à moins que l'âge soit raisonnablement limité par le type de zone). De même, il convient que les essais tiennent compte des vitesses d'entrée dans le faisceau, raisonnablement prévisibles, pour la zone d'installation prévue.

NOTE Si la réduction de puissance a lieu en moins de 2 s, l'EMP pour la durée considérée peut être utilisée.

Les essais et les évaluations doivent être effectués dans des conditions de défaut raisonnablement prévisibles. Dans certains systèmes complexes, où la sortie optique dépend de l'intégrité d'autres composants et des performances de la conception des circuits et du logiciel, il peut être nécessaire d'utiliser d'autres méthodes reconnues pour l'évaluation du risque/de la sécurité (voir l'Annexe B).

Une fois que le dispositif RAP détermine une condition sans aucun risque, le fonctionnement de l'émetteur à pleine puissance est permis.

La classification et l'évaluation du niveau d'accès du SCOEL, comportant un dispositif RAP, doit tenir compte des conditions de mise en marche et de remise en marche, pour toutes les bases de temps applicables. Les limites ad hoc d'émission/d'exposition ne doivent pas être dépassées, pour le type de zone considérée correspondant au SCOEL, tant que des conditions sûres ne sont pas établies.

4.4 Détermination des niveaux d'accès

La détermination des niveaux d'accès est de la responsabilité ultime de l'organisme d'exploitation. Cependant, ils peuvent être déterminés par l'organisme de maintenance, d'installation ou de réglage/d'entretien. Les méthodes pour déterminer la conformité à un niveau d'accès sont identiques à celles décrites pour la classification dans la CEI 60825-1, excepté pour ce qui suit:

- a) Le niveau d'accès dans une zone indiquée doit être déterminé en toute position par rapport à un émetteur du SCOEL, là où le niveau d'accès est maximisé, et il se peut qu'il dépende des éléments intermédiaires du système, tels que les fenêtres.
- b) Le niveau d'accès peut dépendre de l'activation d'un SPI ou d'un dispositif RAP.
- c) Si un SPI ou un dispositif RAP est en train de surveiller la zone en question, pendant les 2 s suivant immédiatement toute interception humaine, l'émission accessible ne doit pas dépasser l'EMP. Sinon, la même méthode que celle utilisée pour la classification est également utilisée pour la détermination du niveau d'accès. Pour les conditions de vision sans instrument d'optique, se référer au Tableau 7 de la CEI 60825-1.

NOTE **Justification pour les 2 s:** En raison de la difficulté qu'une personne a, avec des jumelles ou tout autre instrument d'optique, à s'aligner totalement avec le faisceau optique, il est improbable que cette personne puisse intercepter l'énergie totale du faisceau en 2 s. Pendant la période de 2 s suivant l'exposition, aucune partie du corps ne serait exposée à des expositions supérieures à l'EMP non assistée optiquement, pour les niveaux d'accès 1, 2, 1M, 2M ou 3R.

Les essais de vérification des niveaux d'accès doivent être effectués dans des conditions de premier défaut raisonnablement prévisibles, pour s'assurer que le dispositif RAP et/ou le SPI, s'ils sont utilisés, fonctionnent correctement. Dans des circonstances où il est difficile d'effectuer des mesures directes, une évaluation du niveau d'accès basée sur des calculs peut être acceptable. Les défauts, qui n'entraînent l'émission du rayonnement à dépasser la LEA applicable que pendant une période limitée et pour laquelle il n'est pas raisonnablement prévisible que l'accès humain au rayonnement ait lieu avant que l'appareil ne soit mis hors service ou réglé au-dessous de la LEA n'ont pas à être considérés.

- g) due to the wide range of possible detection methods, the manufacturer shall determine a test procedure to adequately verify the performance of the detection system which triggers the APR. The test should account for humans between infant and adult (unless the age is reasonably restricted by the location type). Similarly, the tests should account for speeds of entry into the beam that are reasonably foreseeable for the intended installation location.

NOTE If power reduction occurs in less than 2 s, the MPE for that duration may be used.

Tests and assessments shall be carried out under reasonably foreseeable fault conditions. In some complex systems, where the optical output is dependent on the integrity of other components and the performance of circuit design and software, it may be necessary to use other recognized methods for hazard/safety assessment (see Annex B).

Once the APR determines a safe condition, full power operation of the transmitter is permissible.

Classification and access level evaluation of the APR-based FSOCS shall account for start up and restart conditions for all applicable time bases. Until a safe condition is established, the appropriate emission/exposure limits for its installed location type shall not be exceeded.

4.4 Determination of access level

Determination of access levels is the ultimate responsibility of the operating organisation. However, they may be determined by the maintenance, installation or service organisation. The methods for determining compliance with an access level are the same as those described for classification in IEC 60825-1 except for the following:

- a) The access level within a designated location shall be determined at any position relative to an FSOCS transmitter where the access level is maximized, and could depend on intermediate system elements such as windows.
- b) The access level may depend on the activation of an IPS or APR system.
- c) If an IPS or APR system is monitoring the location in question, during the 2 s immediately following any human interception, the accessible emission shall not exceed the MPE. Otherwise, the same method used for classification is also used for determination of access level. For viewing conditions without optical aids refer to Table 7 of IEC 60825-1.

NOTE **Rationale for 2 s:** Because of the difficulty of a person with binoculars or other optical aid to fully align with the beam, it is unlikely that a person could intercept the beam's full power within 2 s. During the 2-second period following exposure, no part of the body would be exposed above the optically unaided MPE for access levels of 1, 2, 1M, 2M or 3R.

Verification testing of access levels shall be carried out under reasonably foreseeable single fault conditions to ensure that the APR and/or IPS, if used, is operating properly. In circumstances where it is difficult to carry out direct measurements, an assessment of the access level based on calculations may be acceptable. Faults which result in the emission of radiation in excess of the applicable AEL for a limited period only and for which it is not reasonably foreseeable that human access to the radiation will occur before the product is taken out of service or adjusted down below the AEL, need not be considered.

4.5 Systèmes de protection d'une installation (SPI)

Un SPI est un dispositif dont les fonctions sont semblables à celles d'un dispositif RAP, mais n'est pas intégré par le constructeur à un émetteur du SCOEL. Au lieu de cela, un installateur peut incorporer un SPI à un émetteur du SCOEL, de manière à ce que la puissance accessible en des zones définies soit réduite à un niveau spécifique, en un temps spécifique, chaque fois qu'un événement pourrait avoir comme conséquence une exposition humaine au rayonnement supérieure à l'EMP applicable. Les exigences de 4.3.1.1 relatives aux dispositifs RAP sont applicables à un SPI; cependant, la classification de l'émetteur ne peut pas être déterminée sur la base du fonctionnement d'un SPI.

L'interface entre le SPI et l'émetteur du SCOEL doit être faite par un connecteur de verrouillage, fourni par le constructeur de l'émetteur, ou par des moyens équivalents. Les émetteurs du SCOEL qui ne comportent pas de connecteur de verrouillage ou un équivalent ne doivent pas être installés avec un SPI.

4.6 Réflexions spéculaires

Lors de l'installation et de l'exploitation d'un SCOEL, il convient de prendre des précautions particulières pour empêcher la réflexion involontaire (totale et/ou partielle) du faisceau primaire de l'émetteur et, le cas échéant, des faisceaux d'alignement ou de balise. (Il convient que cela s'applique à toutes les classes de laser et soit considéré comme de bonnes habitudes de travail). La possibilité de dépointage accidentel du faisceau laser et les réflexions involontaires doivent être prises en considération dans l'évaluation du niveau d'accès et de la ZNR, suivant le cas, par l'installateur du système ou l'organisme d'exploitation.

4.7 Exigences d'organisation

4.7.1 Exigences relatives aux constructeurs des émetteurs de SCOEL prêts à l'emploi ou des systèmes clés en main

Les constructeurs des équipements d'émission et de réception de SCOEL et/ou des systèmes de bout en bout, clés en main, doivent:

- garantir que l'équipement satisfait aux exigences produit définies par la CEI 60825-1, comprenant:
 - a) la classification de l'appareil ;
 - b) les caractéristiques techniques (par exemple indicateur d'émission, connecteur de verrouillage à distance, etc.) ;
 - c) les étiquettes correspondantes à cette classification, ainsi que les manuels et toute autre documentation appropriée ;
- garantir que l'équipement satisfait aux exigences produit définies par la CEI 60825-2, lorsque le SCOEL comprend de la fibre optique située à l'extérieur de l'enveloppe ou des enveloppes des appareils d'émission ou de réception ;
- fournir les informations supplémentaires suivantes:
 - a) la description précise de toutes les caractéristiques de conception technique de l'appareil qui préviennent l'exposition au rayonnement supérieur au niveau d'accès 1, 2, 1M, 2M ou 3R;
 - b) les instructions nécessaires à l'assemblage, à l'alignement, à la maintenance corrects et à l'utilisation sans aucun risque, comprenant des avertissements clairs concernant les précautions à prendre pour éviter l'exposition au rayonnement supérieur au niveau d'accès 1, 2, 1M, 2M ou 3R;

4.5 Installation protection systems (IPS)

An IPS is a feature that functions similar to an APR system but is not integrated with an FSOCS transmitter by a manufacturer. Instead, an installer may incorporate an IPS with an FSOCS transmitter so that the accessible power at defined locations is reduced to a specific level within a specific time, whenever there is an event that could result in human exposure to radiation above the applicable MPE. The requirements of 4.3.1.1 for APR systems are applicable to an IPS, however transmitter classification may not be determined based on the operation of an IPS.

The interface between the IPS and the FSOCS transmitter shall be through an interlock connector that is provided by the transmitter manufacturer or by equivalent means. FSOCS transmitters that do not provide an interlock connector or equivalent shall not be installed with an IPS.

4.6 Specular reflections

When installing and operating an FSOCS, care should be exercised to prevent unintentional reflection (total and/or partial) of the primary and, if used, beacon or alignment transmitter beams. (This should apply to all laser classes as a matter of good work practice.) The possibility of accidental misdirection of the laser beam and unintentional reflections shall be taken into account in the evaluation of the access level, and NHZ, as appropriate, by the system installer/operating organisation.

4.7 Organisational requirements

4.7.1 Requirements for manufacturers of ready-to-use FSOCS transmitters or turn key systems

Manufacturers of FSOCS transmitter and receiver equipment and/or turnkey end to end systems shall

- ensure that the equipment satisfies the product requirements of IEC 60825-1, including:
 - a) product classification;
 - b) engineering features (e.g. emission indicator, remote interlock connector, etc.);
 - c) labels for that classification as well as manuals and other proper documentation;
- ensure that the equipment satisfies the product requirements of IEC 60825-2 when the FSOCS incorporates optical fibre that extends from the transmitting or receiving enclosure(s);
- provide the following additional information:
 - a) adequate description of any engineering design features incorporated into the product that prevent exposure to radiation in excess of access level 1, 2, 1M, 2M or 3R;
 - b) adequate instructions for proper assembly, alignment, maintenance and safe use including clear warnings concerning precautions to avoid exposure to radiation above access level 1, 2, 1M, 2M or 3R;

- c) les instructions nécessaires aux organismes d'installation et de réglage/d'entretien pour garantir que l'appareil puisse être installé et réglé/entretenu de manière que le rayonnement accessible ne dépasse pas les exigences de 4.2. Celles-ci incluent les exigences relatives à l'espacement horizontal et vertical, les définitions et les exigences relatives aux zones à accès non limité, à accès limité et à accès contrôlé, ainsi qu'aux espaces inaccessibles, et, si autorisé, les procédures et les précautions applicables à tout réglage nécessaire pour augmenter/réduire la divergence du faisceau, afin de diminuer des expositions possibles;
- d) le temps de réaction et les paramètres opérationnels du dispositif RAP ou du SPI, s'il est fourni par le constructeur, par exemple le temps nécessaire pour atteindre le niveau d'accès désiré;
- e) dans le cas où l'installation ou le réglage/l'entretien demanderait la neutralisation du dispositif RAP ou du SPI, les informations doivent être données pour spécifier les bonnes pratiques en matière de sécurité du travail et/ou de protection pendant que le système de réduction de puissance ou le système de surveillance est neutralisé, et pour spécifier les procédures de sécurité afin de rétablir les fonctions et d'essayer ces systèmes;
- f) des informations suffisantes doivent être fournies par le constructeur d'un équipement du SCOEL pour permettre à l'installateur ou à l'organisme d'exploitation de déterminer un niveau d'accès maximal en toute position par rapport à l'émetteur;
- g) des instructions doivent être données pour le raccordement d'un SPI au connecteur de verrouillage à distance ou à l'interface de l'émetteur équivalente;
- h) des informations décrivant les conditions sur lesquelles la classification est basée doivent être données (CEI 60825-1, Tableau 10, condition 1 ou condition 2);
- i) si l'appareil est classé au-dessus de la classe 1M ou 2M, il convient de donner la ZNR;
- j) pour tous les appareils autres que ceux de la classe 1, il convient que la ZNR-Assistée, si elle existe, soit décrite (voir les exemples de l'Article A.2);
- k) toutes les autres informations concernant l'utilisation sans aucun risque d'un appareil du SCOEL doivent être données.

4.7.1.1 Instructions supplémentaires pour les constructeurs

Dans le manuel d'installation, le constructeur doit définir explicitement le type de zone de l'emplacement d'après les définitions de cette norme, et préciser si le SCOEL est prévu pour une installation dans un type de zone à accès non limité, à accès limité, ou à accès contrôlé.

NOTE Les appareils équipés d'un dispositif RAP peuvent avoir des zones d'installation limitées par 4.3.1.1 f).

Le manuel d'installation doit inclure les énoncés suivants:

"PRECAUTION – L'utilisation de commandes ou de réglages ou l'exécution de procédures autres que ceux/celles spécifié(e)s ici peut avoir comme conséquence une exposition dangereuse au rayonnement."

"Les autorités compétentes de l'aviation doivent être averties si la zone nominale de risque (ZNR) intercepte l'espace aérien navigable."

4.7.1.1.1 Emetteurs

Les énoncés suivants, qui s'appliquent à une classification particulière d'un émetteur du SCOEL, doivent être inclus dans le manuel d'installation.

Emetteurs du SCOEL de classe 1: "Attention, ceci est un émetteur du SCOEL de classe 1 qui peut être installé dans des zones à accès non limité, à accès limité ou à accès contrôlé, comme cela est défini dans ce manuel."

- c) adequate instructions to installation and service organisations to ensure the product can be installed and serviced in such a manner that the accessible radiation does not exceed the requirements of 4.2. These include requirements on horizontal and vertical spacing, definitions and requirements for unrestricted, restricted and controlled locations and inaccessible space, and, if allowed, the procedures and precautions applicable for any adjustments needed to increase/reduce beam divergence in order to reduce possible exposures;
- d) the reaction time and operating parameters of the APR system or IPS, if provided by the manufacturer, e.g. the time to reach the desired access level;
- e) where installation or service requires overriding an APR or IPS system, information shall be included to specify safe work practices and/or protection while the power reduction system or monitor is overridden, and safe procedures for reinstating and testing such systems;
- f) sufficient information shall be provided by a FSOCS equipment manufacturer to allow the installer or operating organisation to determine a maximum access level at any position relative to the transmitter;
- g) instructions for connection of an IPS to the remote interlock connector or equivalent transmitter interface;
- h) information that describes the condition upon which the classification is based, (IEC 60825-1, Table 10, condition 1 or condition 2);
- i) if the product is classified in excess of Class 1M or 2M, the NHZ should be provided;
- j) for all products other than Class 1, the NHZ-Aided, if present, should be described (see examples in Clause A.2).
- k) any other information relevant to the safe use of the FSOCS product.

4.7.1.1 Additional manufacturer's instructions

In the installation manual, the manufacturer shall explicitly define the area location type per the definitions of this standard, and state whether the FSOCS is intended for installation in a unrestricted, restricted, or controlled access location type.

NOTE Products equipped with APR may have installation locations limited by 4.3.1.1 f).

The installation manual shall include the following statements:

"CAUTION – Use of controls, or adjustments, or performance of procedures other than those specified herein may result in hazardous radiation exposure."

"The appropriate aviation authorities shall be notified if the nominal hazard zone (NHZ) intercepts navigable airspace."

4.7.1.1.1 Transmitters

The following statements that apply to the particular classification of the transmitter of the FSOCS shall be included in the installation manual.

Class 1 FSOCS transmitters: "This is a Class 1 FSOCS transmitter and may be installed in unrestricted, restricted, or controlled locations as defined in this manual."

NOTE Cet énoncé n'est pas exigé pour les émetteurs qui satisfont à l'exemption mentionnée en à l'Article 1 (Domaine d'application).

Emetteurs du SCOEL de classe 1M: "Attention, ceci est un émetteur du SCOEL de classe 1M qui peut être installé dans des zones à accès non limité, à accès limité ou à accès contrôlé, comme cela est défini dans ce manuel. Voir les contraintes d'installation pour l'utilisation dans des zones à accès non limité."

Emetteurs du SCOEL de classe 2: "Attention, ceci est un émetteur du SCOEL de classe 2 qui peut être installé dans des zones à accès non limité, à accès limité ou à accès contrôlé, comme cela est défini dans ce manuel."

Emetteurs du SCOEL de classe 2M: "Attention, ceci est un émetteur du SCOEL de classe 2M qui peut être installé dans des zones à accès non limité, à accès limité ou à accès contrôlé, comme cela est défini dans ce manuel. Voir les contraintes d'installation pour l'utilisation dans des zones à accès non limité."

Emetteurs du SCOEL de classe 3R: "Attention, ceci est un émetteur du SCOEL de classe 3R qui peut être installé dans des zones à accès non limité, à accès limité ou à accès contrôlé, comme cela est défini dans ce manuel. Voir les contraintes d'installation pour l'utilisation dans des zones à accès non limité et à accès limité."

Emetteurs du SCOEL de classe 3B: "Attention, ceci est un émetteur du SCOEL de classe 3B qui peut être installé dans des zones à accès contrôlé, comme cela est défini dans ce manuel."

Emetteurs du SCOEL de classe 4: "Attention, ceci est un émetteur du SCOEL de classe 4 qui peut être installé dans des zones à accès contrôlé, comme cela est défini dans ce manuel."

4.7.1.1.2 Récepteurs

Il faut que des informations précises soient fournies au sujet des systèmes dont les récepteurs ou les zones de réception ne peuvent utiliser que des émetteurs pour lesquels le récepteur exige la réception d'émissions optiques supérieures à l'EMP avec des instruments d'optique d'assistance et comment mettre en place correctement ce récepteur.

4.7.2 Exigences d'organisation relatives à l'installation et au réglage/à l'entretien

Les organismes d'installation et de réglage/d'entretien du SCOEL doivent suivre les instructions du constructeur pour l'installation et le réglage des équipements, de manière à assurer que le rayonnement accessible satisfait aux exigences de 4.2.

Pour des systèmes autres que ceux de la classe 1 ou 2, l'organisme ou les organismes d'installation et de réglage/d'entretien doivent:

- a) prodiguer au personnel d'installation et de réglage/d'entretien une formation appropriée à la sécurité laser ;
- b) s'assurer que les contrôles d'accès et les panneaux d'avertissement convenables sont utilisés en respectant le Tableau 2. Chaque zone nécessitant un panneau doit comporter les mots, "Niveau d'accès xx, CEI 60825-12:2005". Les panneaux sont à placer à côté des équipements (pour bien mettre en garde contre l'entrée dans des lieux dangereux), et à côté des portes d'entrée comme indiqué par le Tableau 2 ;
- c) s'assurer que les dispositifs de surveillance du SPI, le cas échéant, apportent la protection prévue ;
- d) pour les SCOEL de classe 3B et 4, vérifier par analyse ou essai que les limites de niveau d'accès de 4.2, pour le rayonnement reçu dans des zones à accès non limité et à accès limité et le rayonnement reçu ou transmis dans des zones à accès contrôlé sont satisfaites dans des conditions raisonnablement prévisibles, y compris en prenant en considération la stabilité d'alignement du faisceau et les limitations de montage.

NOTE This statement is not required for transmitters that satisfy the exemption described in Clause 1 (Scope).

Class 1M FSOCS transmitters: "Caution, this is a Class 1M FSOCS transmitter and may be installed in unrestricted, restricted, or controlled locations as defined in this manual. See installation constraints for use in unrestricted locations."

Class 2 FSOCS transmitters: "Caution, this is a Class 2 FSOCS transmitter and may be installed in unrestricted, restricted, or controlled locations as defined in this manual."

Class 2M FSOCS transmitters: "Caution, this is a Class 2M FSOCS transmitter and may be installed in unrestricted, restricted, or controlled locations as defined in this manual. See installation constraints for use in unrestricted locations."

Class 3R FSOCS transmitters: "Caution, this is a Class 3R FSOCS transmitter and may be installed in unrestricted, restricted, or controlled locations as defined in this manual. See installation constraints for use in unrestricted and restricted locations."

Class 3B FSOCS transmitters: "Caution, this is a Class 3B FSOCS transmitter and may be installed in controlled locations as defined in this manual."

Class 4 FSOCS transmitters: "Caution, this is a Class 4 FSOCS transmitter and may be installed in controlled locations as defined in this manual."

4.7.1.1.2 Receivers

Appropriate information must be provided on systems whose receivers or receive locations may not employ transmitters, on whether the receiver requires reception of optical emissions in excess of the MPE with optical aids and how to deploy that receiver properly.

4.7.2 Installation and service organisation requirements

Installation and service organisations for FSOCS shall follow the manufacturer's instructions for installation and service of equipment in a manner that will ensure that the accessible radiation satisfies the requirements of 4.2.

For systems other than Class 1 or 2, the installation and service organisation(s) shall:

- a) provide adequate laser safety training to installation and service personnel;
- b) ensure that suitable access controls and warning signs are employed per Table 2. Each location requiring a sign shall contain the words, "Access level xx, IEC 60825-12:2005". Signs are to be posted adjacent to the equipment (to adequately warn against entry into hazardous areas), and next to entrance doors as indicated in Table 2;
- c) ensure that IPS monitors, if used, are providing the protection intended.
- d) for Class 3B and 4 FSOCS, verify by analysis or test that the access level limits in 4.2 for received radiation in unrestricted and restricted locations and received or transmitted radiation in controlled locations are met under reasonably foreseeable conditions including consideration of beam alignment stability and mounting limitations.

Tableau 2 – Exigences relatives aux panneaux d'avertissement

Niveau d'accès	Type de zone		
	Accès non limité	Accès limité	Accès contrôlé
1	Aucun	Aucun	Aucun
2	Aucun	Aucun	Aucun
1M ^a	Non applicable ^b	Aucun ^c	Aucun ^c
2M ^a	Non applicable ^b	A côté	A côté
3R	Non applicable ^b	Non applicable ^b	A côté et à l'entrée
3B	Non applicable ^b	Non applicable ^b	A côté et à l'entrée
4	Non applicable ^b	Non applicable ^b	A côté et à l'entrée
^a Pour le niveau d'accès 1M ou 2M, il faut que le panneau d'avertissement, si présent, comporte l'énoncé: "Ne pas utiliser d'instruments d'optique (jumelles ou lunettes d'approche)". Si l'appareil est classé 1M ou 2M parce qu'il ne satisfait pas à la condition 2 de la CEI 60825-1, Tableau 10, (faisceau fortement divergent), remplacer alors "(jumelles ou lunettes d'approche)" par "(loupes)". ^b Non applicable parce que ce niveau d'accès n'est pas autorisé dans ce type de zone (voir le Tableau 1). ^c Si un panneau n'est pas présent, pour le niveau d'accès 1M, dans des zones à accès limité ou à accès contrôlé, il est de la responsabilité de l'organisme d'exploitation de garantir d'autres moyens de contrôle administratif pour prévenir efficacement la visée dangereuse à l'aide d'instruments d'optique.			

4.7.3 Exigences d'organisation de l'exploitation

L'organisme d'exploitation a la responsabilité finale de la sécurité du système de bout en bout. Cela comprend, particulièrement:

- l'identification du type de zone sur toutes les parties de la totalité du trajet de transmission dans la ZNR-Assistée, là où des personnes peuvent avoir accès;
- l'assurance que la classification et les exigences de niveau d'accès ne sont pas dépassées pour ces types de zone;
- l'assurance que l'installation et le réglage/l'entretien sont exécutés uniquement par des organismes qui ont l'aptitude à satisfaire aux exigences applicables de 4.2 et de 4.7.2;
- l'assurance que cet accès aux zones à accès limité et à accès contrôlé est convenablement pris en compte vis à vis de la sécurité laser;
- l'assurance de la conformité aux exigences d'exploitation, d'installation, de réglage/ d'entretien et de sécurité;
- l'assurance qu'un responsable de sécurité laser est affecté aux zones à accès contrôlé, contenant des équipements de classe 3B ou 4;
- la réparation de la condition de défaut après réception de la notification d'un défaut dans le dispositif RAP d'un émetteur du SCOEL, qui serait de classe 3B ou 4 sans ce dispositif, dans un laps de temps qui évite raisonnablement qu'un deuxième défaut ne se produise.

Table 2 – Requirements for warning signs

Access level	Location type		
	Unrestricted	Restricted	Controlled
1	None	None	None
2	None	None	None
1M ^a	Not applicable ^b	None ^c	None ^c
2M ^a	Not applicable ^b	Adjacent	Adjacent
3R	Not applicable ^b	Not applicable ^b	Adjacent & Entrance
3B	Not applicable ^b	Not applicable ^b	Adjacent & Entrance
4	Not applicable ^b	Not applicable ^b	Adjacent & Entrance
^a For access level 1M or 2M, the warning sign, if present, must include statement: "Do not use optical aids (binoculars or telescopes)". If the product is classified 1M or 2M because it fails condition 2 of IEC 60825-1, Table 10 (highly diverging beam), then replace "(binoculars or telescopes)" with "(magnifiers)". ^b Not applicable because access level not permitted in the location type (see Table 1). ^c If a sign is not present for access level 1M in restricted or controlled locations, it is the responsibility of the operating organisation to ensure alternate administrative controls effectively prevent hazardous optically aided viewing.			

4.7.3 Operating organisation requirements

The operating organisation has the ultimate responsibility for the safety of the end-to-end system. This includes, especially:

- identification of the location type at all portions of the entire transmission path within the NHZ-Aided where people may have access;
- ensuring that the classification and access level requirements are not exceeded for those location types;
- ensuring that installation and service is performed only by organisations with the capability of satisfying the applicable requirements of 4.2 and 4.7.2;
- ensuring that access to restricted and controlled locations is appropriately addressed with respect to laser safety;
- ensuring compliance with operating, installation, service and safety requirements;
- ensuring that a laser safety officer is assigned to controlled locations that contain Class 3B or 4 equipment;
- after receiving notification of a fault in the APR system of an FSOCS transmitter that would be Class 3B or 4 without an APR system, repair of the fault condition shall occur in a time frame that reasonably prevents a second fault from occurring.

Annexe A (informative)

Exemples d'applications et de calculs

A.1 Vision d'une réflexion spéculaire (comme sur un miroir)

Les réflexions spéculaires (réflexions comme sur un miroir; réflexions de Fresnel) peuvent, dans certains cas, être ennuyeuses à partir de la classe 1M et pour des classes plus élevées, dans les cas où le faisceau est transmis à travers les fenêtres d'un bâtiment. Si le faisceau est dirigé vers l'endroit où se trouve un émetteur-récepteur d'un autre bâtiment, une réflexion spéculaire peut avoir lieu à chaque interface verre-air. Le facteur de réflexion typique par surface est de 0,04 (mais dépend de l'indice de réfraction). Ainsi, pour un faisceau arrivant sur une fenêtre à simple vitrage avec une incidence presque normale (perpendiculaire), 4 % + 4 % du faisceau seront réfléchis, c'est-à-dire, 8 %. Si l'éclairement énergétique émis par le faisceau est supérieur à $1/(0,08) = 12$ fois l'EMP, le faisceau réfléchi dépassera l'EMP. De plus, la loi de la réflexion de Fresnel énonce que le facteur de réflexion augmente aux angles d'incidence s'écartant de la normale. Ainsi, des évaluations de sécurité complémentaires peuvent être nécessaires. Il est important de déterminer la direction d'un faisceau réfléchi en retour vers l'espace occupé de la salle où se trouve l'émetteur. En ce qui concerne des réflexions d'un faisceau entrant dans le lieu où se trouve l'émetteur-récepteur ou le récepteur, il serait inhabituel que l'éclairement énergétique du faisceau dépasse de loin l'EMP et donc une réflexion en retour dans l'espace concerné serait très rare. Néanmoins, il convient que l'installateur en tienne compte.

Exemple: Un faisceau collimaté d'un laser en espace libre de classe 3B, fonctionnant à 4 W avec un faisceau de diamètre 0,2 m, à une longueur d'onde de $1,15 \mu\text{m}$, est dirigé vers l'extérieur à travers une fenêtre d'un bâtiment de bureaux sous un angle 20° par rapport à la normale. Evaluer la réflexion spéculaire en retour, dans la pièce où se trouve d'émetteur.

$$E = 1,27 \cdot \phi / a^2 = (5,08 \text{ W}) / (0,2 \text{ m})^2 = 127 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

L'EMP à cette longueur d'onde, pour une vision continue ($> 10 \text{ s}$), est de $50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Puisque le facteur de réflexion de la fenêtre est bien inférieur à $50/127 = 0,39$, l'éclairement énergétique du faisceau réfléchi est inférieur à l'EMP; cependant, le faisceau réfléchi serait équivalent à un faisceau de classe 1M et si une lunette (d'approche) (sans filtre de sécurité) devait être pointée sur le faisceau réfléchi, à l'extérieur de la fenêtre, le long du trajet de ce dernier, un risque pour une vision assistée optiquement pourrait exister. Le facteur de réflexion, pour ce type de verre, à cet angle, a été mesuré comme étant de 0,10 (10 %). Ainsi, l'éclairement énergétique du faisceau réfléchi serait de $13 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ et cela peut présenter un risque pour une lunette (d'approche) sans déperdition, ayant une puissance de grossissement supérieure à $50/13$. Inutile de dire qu'il faut que les angles de faisceau désaxés soient évalués. Le meilleur emplacement pour l'émetteur est très près du verre de la fenêtre ou bien un tube entre l'ouverture de sortie de l'émetteur et le verre de la fenêtre peut être installé. Pour ce qui concerne les réflexions externes au bâtiment, des faisceaux de classe 1M peuvent être créés et il faut les évaluer.

Annex A (informative)

Examples of applications and calculations

A.1 Viewing a specular (mirror-like) reflection

Specular (mirror-like reflections; Fresnel reflections) can in some cases be of concern from Class 1M and higher classes where the beam is transmitted through building windows. If the beam is directed at another building transceiver site, a specular reflection can be produced at each glass-air interface. The typical reflectance per surface is 0,04 (but depends upon index of refraction). Thus for a beam incident upon a single-paned window at near-normal (perpendicular) incidence, 4 % + 4 % will be reflected, i.e., 8 %. If the emitted beam irradiance is more than $1/(0,08) = 12$ -fold greater than the MPE, the reflected beam would exceed the MPE. Furthermore, Fresnel's Law of Reflection states that the reflectance increases at off-normal incidence angles. Thus further safety evaluations may be necessary. It is important to determine the direction of a reflected beam back into occupied space in the transmitter room. With regard to reflections from a beam entering the transceiver or receiver site, it would be unusual for the beam irradiance to be far exceeding the MPE and therefore a reflection back into space that is of concern would be very rare. Nevertheless, the installer should consider this.

Example: A collimated beam from a Class 3B free-space laser operating at 4 W with a 0,2-m diameter beam and at a wavelength of $1,15 \mu\text{m}$ is directed out an office-building window at an angle 20° from the normal. Evaluate the specular reflection back into the transmitter room.

$$E = 1,27 \times \Phi / a^2 = (5,08 \text{ W}) / (0,2 \text{ m})^2 = 127 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \quad (1)$$

The MPE at this wavelength for continuous ($> 10 \text{ s}$) viewing is $50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Since the window reflectance is much less than $50/127 = 0,39$, the reflected beam irradiance is below the MPE; however, the reflected beam would be equivalent to Class 1M and if a telescope (without safety filter) were to be aimed out the window along the reflected beam path a risk from optically-aided viewing could exist. The reflectance for this type of glass at this angle was measured to be 0,10 (10 %). Thus the reflected beam irradiance would be $13 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ and this could pose a hazard for an unattenuated telescope having a magnifying power greater than $50/13$. Needless to say, off-axis beam angles must be evaluated. The transmitter is best placed very close to the window glass, or a tube between transmitter aperture and window glass installed. For reflections external to the building, Class 1M beams may be created and must be evaluated.

A.2 Exemples de ZNR et de ZNR-Assistée

Les concepts de ZNR et de ZNR-Assistée ne sont pas toujours immédiatement compréhensibles à partir des seules définitions, et quelques exemples sont donnés ici à titre d'illustration, pour en faciliter la compréhension. L'interprétation correcte de cette norme dépend également de la bonne compréhension, de la part du lecteur, des niveaux d'accès, tels qu'ils sont définis dans cette dernière. Par exemple, un appareil de classe 1M (qui est potentiellement un danger pour des conditions de vision à l'aide d'instruments d'optique) peut être installé de manière que la vision assistée optiquement ne soit pas raisonnablement prévisible (4.2.1.1). Dans ce cas, même s'il y a une ZNR-Assistée, l'installation est de niveau d'accès 1.

Des hypothèses sont faites dans les exemples suivants pour simplifier l'analyse et pour continuer à illustrer les concepts. D'autres exemples connexes, qui considèrent d'autres longueurs d'onde et des profils d'éclairement énergétique plus typiques d'appareils, tels que des profils gaussiens, sont donnés dans l'Annexe A de la CEI 60825-1.

a) Exemple A.2-1

Considérer d'abord un appareil à faisceau collimaté de classe 1M (qui ne satisfait pas à la condition 1 du Tableau 10 de la CEI 60825-1). Pour ce cas, il n'y a aucune ZNR, et la ZNR-Assistée est confinée dans une région qui débute à 2 m du point de l'accès humain le plus proche. Cela parce que la distance de 2 m est considérée comme la distance la plus proche raisonnablement prévisible permettant l'utilisation d'instruments d'optique télescopiques (telles que des jumelles), qui ont habituellement une plage de réglage de focalisation limitée. L'extension de la ZNR-Assistée au-delà de 2 m dépend des autres caractéristiques de l'appareil, telles que: la longueur d'onde, le diamètre apparent, la dépendance temporelle de la puissance émise, la puissance maximale, la divergence du faisceau, le diamètre minimal du faisceau et la distribution de l'éclairement énergétique.

b) Exemple A.2-2

Ensuite, considérer un émetteur à faisceau divergent de classe 1M (qui ne satisfait pas à la condition 2 du Tableau 10 de la CEI 60825-1). Pour ce cas, il n'y a également aucune ZNR, et le volume de la ZNR-Assistée est cantonné à une région entre 14 mm et 100 mm à partir de l'emplacement de la source apparente. Cela parce que 14 mm et 100 mm sont les distances minimale et maximale de l'applicabilité de la condition 2. Comme dans l'exemple précédent, la justification de cette plage de distances est basée sur l'utilisation raisonnablement prévisible d'instruments d'optique à courte distance de focalisation, tels que des loupes d'horloger. Comme dans l'exemple précédent, les autres particularités de l'étendue de la ZNR-Assistée, dans la région entre 14 mm et 100 mm à partir de l'emplacement de la source apparente, dépendent des caractéristiques de l'émetteur.

c) Exemple A.2-3

Considérons un appareil de classe 3B, avec la condition 2, comme étant la plus restrictive.

Spécifiquement avec:

- un faisceau d'éclairement énergétique uniforme, avec un diamètre du diaphragme d'émission de $d_0 = 1 \text{ mm}$;
- une divergence totale de $\phi = 0,1 \text{ rad}$;
- une longueur d'onde de $1\,500 \text{ nm}$;
- une puissance moyenne de faisceau en émission continue de $P = 360 \text{ mW}$.

A.2 Examples of NHZ and NHZ-Aided

The concepts of NHZ and NHZ-Aided are not always immediately understandable from the definitions alone, and some illustrative examples are provided here for assistance. Correct interpretation of this standard also depends on the reader's clear understanding of access levels as defined in this standard. For example, a Class 1M product (which is potentially a hazard for aided viewing conditions) may be installed in a manner that renders optically aided viewing not reasonably foreseeable (4.2.1.1). In this case, even though there is a NHZ-Aided, the installation is access level 1.

Assumptions are made in the following examples to simplify the analysis and still illustrate the concepts. Further related examples that consider other wavelengths and more typically encountered irradiance profiles, such as Gaussian, are provided in Annex A of IEC 60825-1.

a) Example A.2-1

Consider first a collimated beam Class 1M product (that does not satisfy condition 1 of Table 10 in IEC 60825-1). For this case, there is no NHZ, and the NHZ-Aided is confined to a region that begins 2 m from the point of closest human access. This is because 2 m is considered the closest distance of reasonably foreseeable use of telescopic optical aids (such as binoculars) that typically have a limited range of focus adjustment. The extent of the NHZ-Aided beyond 2 m is dependent on additional details of the product including: wavelength, angular subtense, time dependence of emitted power, peak power, beam divergence, minimum beam diameter, and irradiance distribution.

b) Example A.2-2

Next consider a diverging beam Class 1M transmitter (that does not satisfy condition 2 of Table 10 in IEC 60825-1). For this case, there is also no NHZ, and the NHZ-Aided volume is confined to a region between 14 mm and 100 mm from the apparent source location. This is because 14 mm and 100 mm are the minimum and maximum distances of applicability of condition 2. As in the preceding example, the rationale for this distance range is based on reasonably foreseeable use of short range optical aids such as eye loupes. As in the preceding example, additional detail about the extent of the NHZ-Aided within the 14 mm to 100 mm region from the apparent source location is dependent on transmitter characteristics.

c) Example A.2-3

A Class 3B product with condition 2 being the most restrictive.

Specifically, consider:

- uniform irradiance beam with diameter at the emitting aperture of $d_0 = 1$ mm;
- full divergence of $\phi = 0,1$ rad;
- wavelength of 1 500 nm;
- average cw beam power of $P = 360$ mW.

Nous supposons ici, pour simplifier, que pour toute distance fixe à partir du diaphragme d'émission, l'éclairement énergétique du faisceau est constant dans le cône de divergence de ce dernier et est nul en dehors de ce cône. Le diamètre du faisceau à une distance quelconque r est donné par:

$$d(r) = d_0 + 2 r \tan (\phi / 2) \equiv d_0 + r \phi$$

L'étendue maximale de la ZNR est désignée dans la CEI 60825-1 par le terme de distance nominale de risque oculaire ($DNRO$) et est déterminée en calculant la distance à laquelle l'éclairement énergétique moyenné sur le diaphragme de mesure applicable pour une vision à l'œil nu (voir la CEI 60825-1, Tableau 10) tombe en dessous de l'EMP. Cela est équivalent à régler la puissance collectée par le diaphragme de mesure à la LEA pour la classe 1 et la classe 1M (voir la CEI 60825-1, Tableau 1). En utilisant l'hypothèse de l'éclairement énergétique uniforme de cet exemple, cette puissance collectée est déterminée par le rapport de la surface du diaphragme de mesure à la surface du faisceau.

$$LEA = 10 \text{ mW} = P (d_{UM}/d(DNRO))^2$$

où $d_{UM} = 3,5 \text{ mm}$ est le diamètre du diaphragme de mesure applicable sans utiliser d'instrument d'optique. En utilisant les équations ci-dessus pour trouver la $DNRO$, cela donne:

$$DNRO = \frac{d_{UM} \sqrt{\frac{P}{LEA}} - d_0}{\phi}$$

$$DNRO = (3,5 \times (360/10)^{1/2} - 1)/0,1 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

Par conséquent, la ZNR commence à 100 mm de l'emplacement de la source apparente et s'étend jusqu'à une distance de 200 mm.

Il y a deux parties de ZNR-Assistée, respectivement basées sur les conditions 1 et 2 de la CEI 60825-1, Tableau 10. La partie de la ZNR-Assistée déterminée par la condition 2 est plus petite que la ZNR, ne s'étendant que de 14 mm à 100 mm (mesurée à partir de l'emplacement de la source apparente).

La partie de la ZNR-Assistée basée sur la condition 1 est déterminée en calculant la distance à laquelle la puissance collectée par le diaphragme de mesure applicable pour la vision assistée optiquement (de nouveau, voir la CEI 60825-1, Tableau 10) tombe en dessous de la LEA pour la classe 1 et la classe 1M (voir la CEI 60825-1, Tableau 1). Cette distance est désignée dans la CEI 60825-1 par le terme de "DNRO étendue". L'analyse de la ZNR-Assistée est la même que pour la ZNR, sauf que le diamètre du diaphragme de mesure est maintenant $d_{AM} = 25 \text{ mm}$. En substituant cela dans l'équation ci-dessus, cela donne:

$$DNRO_{\text{étendue}} = (25 \times (360/10)^{1/2} - 1)/0,1 \text{ mm} = 1\,490 \text{ mm}$$

Puisque cette distance est inférieure à 2 m, il n'y a aucune contribution à la ZNR-Assistée déterminée par la condition 1.

We assume here for simplicity that for any fixed distance from the transmitting aperture, the beam irradiance is constant within the beam divergence cone and is zero outside this cone. The beam diameter at any distance r is given by

$$d(r) = d_0 + 2 r \tan (\phi / 2) \cong d_0 + r \phi$$

The maximum extent of the NHZ is referred to in IEC 60825-1 as the nominal optical hazard distance (NOHD), and is determined by calculating the distance at which the irradiance averaged within the measurement aperture applicable for optically unaided viewing (from IEC 60825-1, Table 10) falls below the MPE. This is equivalent to setting the power collected by the measurement aperture to the AEL for Class 1 and Class 1M (from IEC 60825-1, Table 1). Using the uniform irradiance assumption of this example, this collected power is determined by the ratio of the measurement aperture area to the beam area

$$AEL = 10 \text{ mW} = P (d_{UM}/d(NOHD))^2$$

where $d_{UM} = 3,5 \text{ mm}$ is the applicable unaided measurement aperture diameter. Using the above equations to solve for NOHD yields

$$NOHD = \frac{d_{UM} \sqrt{\frac{P}{AEL}} - d_0}{\phi}$$

$$NOHD = (3,5 \times (360/10)^{1/2} - 1)/0,1 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

Therefore, the NHZ begins 100 mm from the apparent source location, and extends to a distance of 200 mm.

There are two parts of the NHZ-Aided, based on conditions 1 and 2 respectively from IEC 60825-1, Table 10. The part of the NHZ-Aided determined by condition 2 is smaller than the NHZ, extending only from 14 mm to 100 mm (measured from the apparent source location).

The part of the NHZ-Aided based on condition 1 is determined by calculating the distance at which the power collected by the measurement aperture applicable for optically aided viewing (again from IEC 60825-1, Table 10) falls below the AEL for Class 1 and Class 1M (from IEC 60825-1, Table 1). This distance is referred to in IEC 60825-1 as the "extended NOHD." The NHZ-Aided analysis is the same as for the NHZ except that the measurement aperture diameter is now $d_{AM} = 25 \text{ mm}$. Substituting this into the above equation yields

$$NOHD_{\text{extended}} = (25 \times (360/10)^{1/2} - 1)/0,1 \text{ mm} = 1\,490 \text{ mm}$$

Because this distance is less than 2 m, there is no contribution to the NHZ-Aided determined by condition 1.

A.3 Exemple d'émetteur IR divergent et diffus

Dans cet exemple, considérer un émetteur infrarouge à diode laser utilisé pour la communication de diffusion (d'un point source à plusieurs points de destination), dans une salle de conférence. Utiliser ce qui suit pour les propriétés de l'émetteur:

- longueur d'onde maximale: 940 nm
- largeur de bande spectrale: 4 nm (pleine largeur au demi-maximum)
- divergence: 120° (pleine largeur au demi-maximum, distribution lambertienne, en cosinus)
- intensité rayonnante: 400 mW·sr⁻¹ (émission axiale maximale)

Considérer d'abord le cas où la dimension de la source n'est pas connue, et donc, il faut prendre pour hypothèse le diamètre apparent de la source la plus restrictive. En se référant à la CEI 60825-1, Tableau 1, la LEA applicable est de 1,18 mW.

Pour satisfaire aux conditions relatives à la classe 1, il ne faut pas que cette LEA soit dépassée en mesurant la sortie du dispositif avec un diaphragme de diamètre 7 mm à une distance de 14 mm. De même, pour la classe 1M, il ne faut pas que cette LEA soit dépassée en mesurant la sortie du dispositif avec un diaphragme de diamètre 7 mm à une distance de 100 mm.

Avant d'effectuer des mesures fines (et coûteuses), il est souvent souhaitable de vérifier l'application de la CEI 60825-1 dans ce contexte, théoriquement, en transformant la LEA et les conditions de mesure applicables en limite d'intensité rayonnante, qui peut être comparée directement aux spécifications typiques de la fiche technique du composant. A cette fin, la "loi de l'inverse du carré" peut être appliquée, qui énonce que:

$$E = I/r^2$$

où E est l'éclairement énergétique (ou l'exposition énergétique) à une distance r de la source, et I est l'intensité rayonnante. L'éclairement énergétique, correspondant à la LEA et au diaphragme de mesure de 7 mm de diamètre (avec une surface $A = 3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$), comme indiqués ci-dessus, est:

$$E_{LEA} = (1,18 \times 10^{-3} \text{ W}) / (3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2) = 30,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

A noter que cela est égal à l'EMP de la CEI 60825-1, Tableau 6. Afin de déterminer l'intensité rayonnante maximale permise appropriée de cet éclairement énergétique, la formule ci-dessus pour la "loi de l'inverse du carré", peut être transformée pour s'écrire:

$$I_{LEA} = E_{LEA} r^2$$

L'insertion des distances de mesure mentionnées ci-dessus conduit à:

- Classe 1 $I_{LEA \text{ Classe } 1} = 6,00 \text{ mW} \cdot \text{sr}^{-1}$
- Classe 1M $I_{LEA \text{ Classe } 1M} = 306 \text{ mW} \cdot \text{sr}^{-1}$
- Classe 3R (5 × Classe 1) $I_{LEA \text{ Classe } 3R} = 30,0 \text{ mW} \cdot \text{sr}^{-1}$

A.3 Example of divergent, diffuse IR transmitter

In this example, consider an infrared laser diode emitter used for broadcast (point to multi-point) communication in a conference room. Use the following for the transmitter properties:

- peak wavelength 940 nm
- spectral bandwidth 4 nm (full-width at half maximum)
- divergence 120° (full-width at half maximum, Lambertian cosine distribution)
- radiant intensity: 400 mW·sr⁻¹ (maximum axial emission)

First consider the case that the source size is not known, and therefore, the most restrictive source angular subtense must be assumed. Referring to IEC 60825-1, Table 1, the applicable AEL is 1,18 mW.

To satisfy the conditions for Class 1, this AEL must not be exceeded when measuring the output of the device with an aperture of 7 mm diameter at a distance of 14 mm. Similarly, for Class 1M, this AEL must not be exceeded when measuring the output of the device with an aperture of 7 mm diameter at a distance of 100 mm.

Before elaborate (and costly) measurements are performed it is often desirable to check the implications of IEC 60825-1 theoretically by transforming the applicable AEL and measurement conditions into a radiant intensity limit which may be compared directly with typical component data sheet specifications. For this purpose, the "inverse square law" can be applied, which states that

$$E = I/r^2$$

where E is the irradiance (or radiant exposure) at a source distance r , and I is the radiant intensity. The irradiance corresponding to the AEL and 7 mm diameter measurement aperture (with an area of $A = 3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$) from above is

$$E_{\text{AEL}} = (1,18 \times 10^{-3} \text{ W}) / (3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2) = 30,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Note that this equals the MPE from IEC 60825-1, Table 6. In order to determine the appropriate maximum allowable radiant intensity from this irradiance, the above formula for the "inverse square law" can be transformed to be

$$I_{\text{AEL}} = E_{\text{AEL}} r^2$$

Insertion of the above-mentioned measurement distances leads to:

- Class 1 $I_{\text{AEL Class 1}} = 6,00 \text{ mW} \cdot \text{sr}^{-1}$
- Class 1M $I_{\text{AEL Class 1M}} = 306 \text{ mW} \cdot \text{sr}^{-1}$
- Class 3R ($5 \times$ Class 1) $I_{\text{AEL Class 3R}} = 30,0 \text{ mW} \cdot \text{sr}^{-1}$

Dans la plupart des applications qui utilisent des sources à infrarouge, cette approche, pour une source ponctuelle (petite source), sera suffisante. Toutefois, dans cet exemple, avec une intensité rayonnante de $400 \text{ mW}\cdot\text{sr}^{-1}$, les limites des classes 1, 1M et 3R données ci-dessus (qui s'appliquent pour des diamètres apparents de source $< \alpha_{\min}$, où $\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$) sont dépassées, et l'émetteur serait de classe 3B. A noter qu'en appliquant les mêmes considérations que celles utilisées dans les exemples de l'Article A.2, la ZNR est déterminée comme étant confinée dans une petite région entre 100 mm et 114 mm à partir de la source. D'après le Tableau 1, des émetteurs du SCOEL de classe 3B ne sont autorisés que dans les zones à accès contrôlé.

Du fait que l'analyse ci-dessus amène à une condition très restrictive, il est certainement important de considérer le diamètre apparent de la source (ou la dimension apparente) de l'émetteur. Supposons ici que la dimension de la source (contenant 63 % de la puissance totale émise) est $D = 1 \text{ mm}$ (il s'agit une valeur typique pour les dispositifs disponibles dans le commerce). Depuis une distance de vision de 100 mm, le diamètre apparent correspondant est $\alpha = 0,01 \text{ rad}$. (La CEI 60825-1 spécifie une distance de 100 mm pour la détermination du diamètre apparent).

La LEA de la petite source mentionnée ci-dessus est maintenant multipliée par un facteur $C_6 = \alpha/\alpha_{\min} = 6,67$ ($\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$) pour donner une LEA de $7,87 \text{ mW}$. La limite correspondante de l'éclairement énergétique est $E_{\text{LEA}} = 204 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Pour les classes 1 et 3R, il faut que la distance de mesure, pour une ouverture de 7 mm, soit également augmentée à 32,3 mm (cela est spécifié par la formule de la CEI 60825-1, Tableau 10). La distance de mesure applicable pour la classe 1M demeure de 100 mm. En appliquant de nouveau l'équation ci-dessus pour l'intensité rayonnante maximale permise, cela donne:

- Classe 1: $I_{\text{LEA Classe 1}} = 213 \text{ mW}\cdot\text{sr}^{-1}$
- Classe 1M: $I_{\text{LEA Classe 1M}} = 2,04 \text{ W}\cdot\text{sr}^{-1}$
- Classe 3R: $I_{\text{LEA Classe 3R}} = 1,06 \text{ W}\cdot\text{sr}^{-1}$

En comparant ces intensités rayonnantes (s'appliquant maintenant pour un diamètre apparent de source de 10 mrad) avec l'intensité rayonnante du dispositif de l'exemple ($400 \text{ mW}\cdot\text{sr}^{-1}$), le dispositif est vu comme étant de classe 1M, et n'émet réellement que 20 % de la limite d'émission de la classe 1M. Les conditions appropriées pour ces émetteurs dans les zones à accès non limité sont à observer (voir 4.2.1.1). La région de la ZNR-Assistée n'est confinée que dans une petite plage entre 32,3 mm et 45 mm de la source.

Comme le montre cet exemple, le diamètre apparent de la source, pour des longueurs d'onde de la gamme de 400 nm à 1 400 nm, est significatif pour la détermination de la ZNR et de la ZNR-Assistée. Généralement, un diffuseur optique peut être utilisé pour augmenter le diamètre apparent de la source, sauf si un faisceau bien collimaté est requis.

NOTE 1 La "loi de l'inverse du carré" ne peut être utilisée que dans le cas où la source se rapprocherait d'une source ponctuelle (petite source), à titre de "méthode empirique" où la distance de mesure à la source est cinq fois plus grande que la dimension maximale de source. Puisque la distance de mesure augmente avec la dimension de la source (suivant les formules de la CEI 60825-1, Tableau 10), cette condition est toujours satisfaite.

NOTE 2 Le calcul ci-dessus est particulièrement valable pour des sources lambertiennes idéales (ou en loi du cosinus). Dans les cas où la distribution spatiale de l'émission serait plus étroite (demi-angle inférieur à environ 30°), il conviendrait d'appliquer un facteur de sécurité de 0,5 aux limites calculées.

In most applications that use "IRED-sources," this point source approach will be sufficient. However, in the current example with a radiant intensity of $400 \text{ mW}\cdot\text{sr}^{-1}$ the Class 1, 1M and 3R limits shown above (which apply for source angular subtense $< \alpha_{\min}$, where $\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$) are exceeded, and the transmitter would be Class 3B. Note that by applying the same considerations used in the examples in Clause A.2, the NHZ is determined to be confined to a small region between 100 mm and 114 mm from the source. From Table 1, Class 3B FSOCS transmitters are only permitted in controlled locations.

Since the analysis above yields a very restrictive condition, it is certainly important to consider the source angular subtense (or apparent size) of the transmitter. Assume here that the source size (which contains 63 % of the total emitted power) is $D = 1 \text{ mm}$ (this is a typical value for commercially available devices). From a viewing distance of 100 mm, the corresponding angular subtense is $\alpha = 0,01 \text{ rad}$. (IEC 60825-1 specifies a distance of 100 mm for the determination of angular subtense).

The above-mentioned small-source-AEL now increases by the factor $C_6 = \alpha/\alpha_{\min} = 6,67$ ($\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$) for an AEL of $7,87 \text{ mW}$. The corresponding irradiance limit is $E_{\text{AEL}} = 204 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. For Classes 1 and 3R, the measurement distance for the 7 mm aperture must also be increased to 32,3 mm (this is specified by the formula in IEC 60825-1, Table 10). The measurement distance applicable for Class 1M remains 100 mm. Again applying the equation above for the maximum allowable radiant intensity yields:

- Class 1: $I_{\text{AELClass 1}} = 213 \text{ mW}\cdot\text{sr}^{-1}$
- Class 1M: $I_{\text{AELClass 1M}} = 2,04 \text{ W}\cdot\text{sr}^{-1}$
- Class 3R: $I_{\text{AELClass 3R}} = 1,06 \text{ W}\cdot\text{sr}^{-1}$

Comparing these radiant intensities (that apply now for a 10 mrad source angular subtense) with the radiant intensity of the example device ($400 \text{ mW}\cdot\text{sr}^{-1}$), the device is seen to be Class 1M and actually emits only 20 % of the Class 1M emission limit. The appropriate conditions for such transmitters in unrestricted locations must be observed (see 4.2.1.1). The region of the NHZ-Aided is confined to only a small range between 32,3 mm and 45 mm from the source.

As this example shows, the angular subtense of the source, for wavelengths in the range 400 nm to 1 400 nm, is significant in the determination of the NHZ and NHZ-Aided. Typically, an optical diffuser can be used to increase the source angular subtense unless a well collimated beam is required.

NOTE 1 The "inverse square law" can only be used where the source approximates a point source, i.e. as a "rule of thumb", where the measurement distance to the source is greater than five times the maximum source dimension. Since the measurement distance increases with the source size (following the formulas in IEC 60825-1, Table 10, this condition is always satisfied).

NOTE 2 The above calculation holds especially for ideal Lambertian (or cosine law) sources. In cases where the spatial emission distribution is narrower (half angle smaller than about 30°), a safety factor of 0,5 should be applied to the calculated limits.

A.4 Liaisons internes au SCOEL entre deux zones à accès limité

Considérer le déploiement de deux terminaux du SCOEL à bonne distance et faisant partie d'une même liaison, comme cela est représenté à la Figure A.1. Dans le but de simplifier cet exemple, tout en illustrant les principes importants de cette norme de sécurité, supposons que les deux terminaux transmettent les faisceaux laser avec un éclairement énergétique constant dans les cônes de divergence des faisceaux et n'envoient aucun rayonnement en dehors des cônes. Le terminal A est installé dans une zone à accès limité. Une fenêtre du bâtiment ne s'ouvrant pas est devant le terminal A et a un coefficient de transmission de $T_w = 0,3$, et, pour cet exemple, supposons que la réflectivité de la fenêtre est de $1 - T_w = 0,7$. A noter qu'en général, les caractéristiques de transmission et de réflexion de la fenêtre dépendent de la longueur d'onde, de l'angle de l'incidence, du nombre de vitrages et de la polarisation. La distance du terminal A au terminal B représente une portée de liaison $R_L = 300$ m. Le terminal B est monté sur une toiture (ou une terrasse) dans une zone à accès contrôlé. Il y a cinq zones à considérer dans cet exemple, sans compter les emplacements des terminaux:

- la zone traversée par le faisceau du terminal A, se réfléchissant partiellement sur la fenêtre en face de ce terminal ;
- la zone immédiatement à l'extérieur de la fenêtre du bâtiment où le terminal A est placé.
- la toiture d'un bâtiment intermédiaire situé à $R_{INT} = 140$ m des terminaux A et B, que le trajet du faisceau surplombe verticalement de 2 m ;
- un bâtiment à accès non limité, à une distance $R_S = 50$ m au-delà du terminal B, aligné avec ce dernier et recevant le rayonnement du terminal A, dépassant le terminal B ;
- une zone à accès non limité, à une distance $R_R = 75$ m du terminal A, aligné avec ce dernier et recevant le rayonnement du terminal B, qui est réfléchi par la fenêtre située juste devant le terminal A.

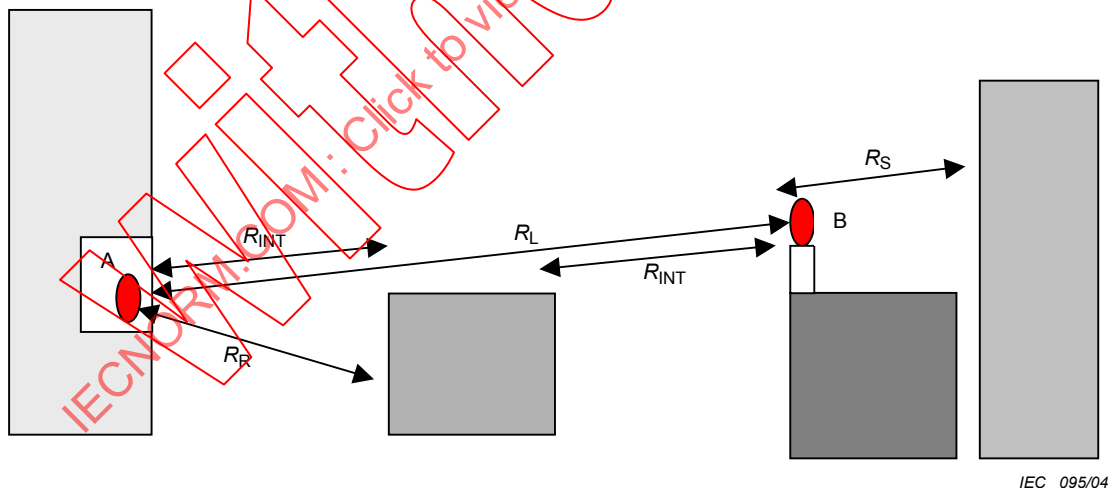


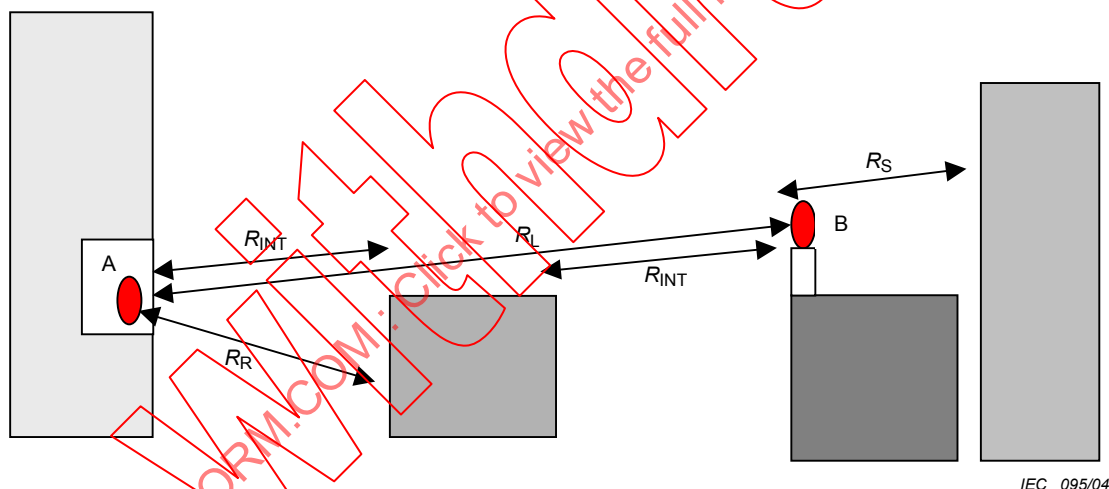
Figure A.1 – Liaison entre deux zones séparées par une distance importante

Les caractéristiques des émetteurs de ces terminaux sont les suivantes:

A.4 FSOCS link between two restricted locations

Consider the deployment of two widely separated FSOCS terminals in a link as shown in Figure A.1. For the purpose of simplifying this example while illustrating the important principles of this safety standard, let both terminals transmit laser beams with constant irradiance within the beam divergence cones and send no radiation outside the cones. Terminal A is installed in a restricted location. A building window that does not open is in front of terminal A and has a transmission of $T_w = 0,3$, and for this example, let the reflectivity of the window be $1 - T_w = 0,7$. Note that in general, window transmission and reflection characteristics are dependent on wavelength, angle of incidence, number of panes and polarization. The distance from terminal A to terminal B is the link range $R_L = 300$ m. Terminal B is mounted on a rooftop in a controlled location. There are five locations to consider in this example besides the locations of the terminals:

- the location traversed by the beam from terminal A that partially reflects from the window in front of terminal A;
- the location immediately outside the window in the building where terminal A is located;
- the rooftop of an intermediate building located $R_{INT} = 140$ m from both terminal A and terminal B that the beam path clears by 2 m vertically,
- an unrestricted building a distance $R_S = 50$ m beyond terminal B that is in line to receive spillover radiation from terminal A;
- an unrestricted location a distance $R_R = 75$ m from terminal A that is in line to receive radiation from terminal B that reflects from the window just in front of terminal A.



IEC 095/04

Figure A.1 – Link between two widely separated locations

Characteristics of the transmitters of these terminals are as follows:

a) Emetteur du terminal A:

- Classe 1M
- Distribution uniforme de l'éclairement énergétique dans le cône de divergence
- Diamètre du faisceau à l'émetteur: $D_A = 100 \text{ mm}$
- Divergence du faisceau totalement symétrique le long de l'axe: $\phi_A = 2 \text{ mrad}$
- Longueur d'onde: $\lambda = 1\,550 \text{ nm}$

b) Emetteur du terminal B:

- Classe 3B
- Distribution uniforme de l'éclairement énergétique dans le cône de divergence
- Diamètre du faisceau à l'émetteur: $D_B = 10 \text{ mm}$
- Divergence du faisceau totalement symétrique le long de l'axe: $\phi_B = 1 \text{ mrad}$
- Longueur d'onde: $\lambda = 1\,550 \text{ nm}$

Considérer d'abord les limites de la puissance d'émission du terminal A imposées par des limites de sécurité le long du trajet du faisceau. Puisque qu'il s'agit d'un dispositif de classe 1M, le faisceau émis n'excède pas l'EMP sans instrument d'optique, à $1\,550 \text{ nm}$. A cette longueur d'onde, l'EMP sans instrument d'optique est de $1\,000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. La condition de mesure applicable dans ce cas est que la puissance collectée à travers un diaphragme de $3,5 \text{ mm}$ de diamètre, placé immédiatement devant l'ouverture d'émission, ne dépasse pas 10 mW . Par conséquent, la puissance totale du faisceau, dans la totalité de l'ouverture d'émission, avec un éclairement énergétique uniforme, est limitée à $(D_A/3,5 \text{ mm})^2 \times (10 \text{ mW}) = 8,16 \text{ W}$. A noter que pour cet exemple, la source apparente est située loin derrière l'ouverture d'émission, de l'ordre de $(D_A/\phi_A) = 50 \text{ m}$, et le diaphragme de mesure est certainement à plus de 2 m de la source apparente.

En se déplaçant le long du faisceau émis à partir du terminal A, le faisceau est partiellement réfléchi par la fenêtre de la zone à accès limité. Dans cet exemple, 70% de la puissance est re-réfléchi dans la zone à accès limité où le terminal A est installé, et peut dépasser l'EMP avec instruments d'optique. Par conséquent, il est important de noter qu'il faut que la zone à accès limité où le terminal A est installé offre des moyens ad hoc pour empêcher les faisceaux réfléchis de passer en dehors de la zone à accès limité et dans des zones à accès non limité. Cette condition peut généralement être satisfaite en enfermant la zone à accès limité dans des cloisons non transmissives (ou peut-être fortement diffusantes). En outre, il convient que la procédure administrative de l'organisme d'exploitation soit de maintenir les portes d'entrée normalement fermées ou de faire de même pour les autres passages dans les zones internes à accès non limité.

La partie du faisceau partant du terminal A traversant la fenêtre entre dans l'espace jouxtant le bâtiment où le terminal A est installé. Si cet espace est à moins de 3 m , verticalement, d'une surface à accès non limité, il ne faut pas que le faisceau émis dans cette zone dépasse l'EMP avec instruments d'optique. A cette courte distance de l'émetteur (pour la divergence donnée de 2 mrad), l'élargissement du diamètre du faisceau est négligeable, et la puissance maximale du faisceau juste à l'extérieur de la fenêtre est limitée à $(D_A/25 \text{ mm})^2 \times (10 \text{ mW}) = 160 \text{ mW}$. En comptant la perte de transmission à travers la fenêtre, la puissance d'émission du terminal A est limitée à $(160 \text{ mW})/T_w = 530 \text{ mW}$. Si au contraire, le faisceau traverse un espace jouxtant le bâtiment juste à l'extérieur de la fenêtre qui est à plus de 3 m au-dessus d'une surface à accès non limité, l'espace est considéré comme étant une zone à accès limité. Etant donné que la dimension du faisceau n'a pas sensiblement augmenté depuis l'émetteur, la puissance maximale de ce dernier est encore de $8,16 \text{ W}$ dans cette zone. En comptant la perte de transmission à travers la fenêtre, cette condition limite la puissance d'émission du terminal A à $(8,16 \text{ W})/T_w = 27,2 \text{ W}$. Dans ce cas, la limite de la classe 1M de l'émetteur du terminal A est plus restrictive.