

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
825

1984
MODIFICATION 1
AMENDMENT 1
1990-08

Modification 1 à la Publication 825 (1984)

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

Amendment 1 to Publication 825 (1984)

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

© CEI 1990 Droits de reproduction réservés – Copyright – all rights reserved

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

PRÉFACE

La présente modification a été établie par le Comité d'Etudes n° 76 de la CEI: Matériels laser.
Le texte de cette modification est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
76(BC)15	76(BC)16

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

Page 8

1. Domaine d'application

Remplacer le texte existant du premier alinéa par le nouveau texte suivant:

La présente norme est relative au rayonnement émis par les appareils à laser. Par commodité, la présente norme a été divisée en trois sections séparées: section un (Généralités) et les annexes (qui présentent un intérêt pour tout utilisateur), section deux (Prescriptions de fabrication) et section trois (Guide de l'Utilisateur)¹⁾. Les spécifications pour la sécurité électrique sont détaillées dans la Publication 820 de la CEI (1986): Sécurité électrique des appareils et installations laser.

2. Objet

Remplacer le texte existant du paragraphe 2.1 par le nouveau texte suivant:

- 2.1 Protéger les personnes contre le rayonnement laser dans la gamme de longueurs d'onde allant de 180 nm à 1 mm²⁾ en indiquant les niveaux d'utilisation en toute sécurité du rayonnement laser et en introduisant un système de classification des lasers et des appareils à laser compte tenu du degré de risque qu'ils présentent.

Au bas de la page remplacer la note 2) existante par la nouvelle note suivante:

²⁾ Dans la présente norme, la gamme de longueurs d'onde λ_1 à λ_2 signifie $\lambda_1 \leq \lambda < \lambda_2$ (par exemple 180 nm à 1 mm signifie $180 \text{ nm} \leq \lambda < 1 \text{ mm}$).

Page 10

3. Définitions*

Remplacer le titre et le texte existants du paragraphe 3.6 par les nouveaux titre et texte suivants:

3.6 Ouverture, diaphragme

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

* Pour plus de commodité, on les a disposées dans l'ordre alphabétique anglais. Des divergences par rapport à la Publication 50(845) de la CEI (1987): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 845: Eclairage, sont voulues et signalées.

PREFACE

This amendment has been prepared by IEC Technical Committee No. 76: Laser equipment. The text of this amendment is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
76(CO)15	76(CO)16

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the Voting Report indicated in the above table.

Page 9

1. Scope

Replace the text of the first paragraph by the following:

This standard is applicable to radiation from laser products. For convenience, this standard has been divided into three separate sections: Section One (General) and the appendices (of interest of all concerned); Section Two (Manufacturing Requirements); and Section Three (User's Guide)¹⁾. The requirements for electrical safety are detailed in Publication 820 (1986): Electrical safety of laser equipment and installations.

2. Object

Replace the text of Sub-clause 2.1 by the following:

- 2.1 To protect persons from laser radiation in the wavelength range 180 nm to 1 mm²⁾ by indicating safe working levels of laser radiation and introducing a system of classification of lasers and laser products according to their degree of hazard.

Replace footnote 2) by the following:

²⁾ In this standard, the wavelength range λ_1 to λ_2 means $\lambda_1 \leq \lambda < \lambda_2$ (e.g. 180 nm to 1 mm means $180 \text{ nm} \leq \lambda < 1 \text{ mm}$).

Page 11

3. Definitions*

Replace the title and text of Sub-clause 3.6 by the following:

3.6 Aperture, aperture stop

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

* Arranged here for convenience in English alphabetical order. Departures from IEC Publication 50(845) (1987): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 845: Lighting, are intentional and are indicated.

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

Remplacer le titre et le texte existants du paragraphe 3.7 par les nouveaux titre et texte suivants:

3.7 Source apparente

Tout objet réel ou virtuel qui forme la plus petite image rétinienne possible.

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

Page 12

3.14 Rayonnement connexe

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

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

Page 14

3.18 Réflexion diffuse

Remplacer le texte de la note de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Note. — Cette définition diffère de celle du VET 845-04-47.

Remplacer le titre et le texte existants du paragraphe 3.22 par les nouveaux titre et texte suivants et supprimer la note:

3.22 Vision d'une source étendue

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

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

3.25 Accès humain

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

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

Page 16

3.27 Vision dans le faisceau

Ajouter le nouvel alinéa suivant:

Exemples: vision de faisceaux collimatés et de sources ponctuelles.

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

Replace the title and text of Sub-clause 3.7 by the following:

3.7 Apparent source

The real or virtual object that forms the smallest possible retinal image.

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

Page 13

Replace the title and text of Sub-clause 3.14 by the following:

3.14 Collateral radiation

Any electromagnetic radiation, within the wavelength range between 180 nm and 1 mm, except laser radiation, emitted by a laser product as a result of, or physically necessary for, the operation of a laser.

Page 15

3.18 Diffuse reflection

Replace the text of the note of this sub-clause by the following:

Note. — This definition is different from IEC 60825-1:1984/AMD1:1990.

Replace the title and text of Sub-clause 3.22 by the following and delete the note:

3.22 Extended source viewing

The viewing condition whereby the apparent source at a distance of 100 mm or more subtends an angle at the eye greater than the limiting angular subtense (α_{\min}).

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

3.25 Human access

Replace the text of this sub-clause by the following:

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

Page 17

3.27 Intrabeam viewing

Add the following new paragraph:

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

3.28 *Eclairement énergétique*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

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

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

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

3.29 *Laser*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

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

Note. — Cette définition diffère de celle du VEI 845-04-39.

3.35 *Rayonnement laser*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

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

Page 18

3.39 *Diamètre apparent limite (α_{\min})*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Diamètre apparent d'une source apparente (y compris réflexions diffuses) vue par l'œil de l'observateur; ce diamètre est employé pour marquer la différence entre la vision dans le faisceau et la vision d'une source étendue. Voir la figure 8, page 90, et le point e) du paragraphe 9.3. Ce concept est discuté dans la section B de l'annexe A.

Page 20

3.47 *Distance nominale de risque oculaire (DNRO)*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

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

Remplacer le titre et le texte du paragraphe 3.49 par les nouveaux titre et texte suivants:

3.49 *Densité (optique) par transmission*

Logarithme décimal de l'inverse du facteur de transmission (VEI 845-04-66).

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

3.52 *Durée d'impulsion*

Correction rédactionnelle dans le titre anglais seulement.

Page 22

3.54 *Luminance énergétique*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

3.28 *Irradiance*

Replace the text of this sub-clause by the following:

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

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

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

3.29 *Laser*

Replace the text of this sub-clause by the following:

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

Note. — This definition is different from IEV 845-04-39.

3.35 *Laser radiation*

Replace the text of this sub-clause by the following:

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

Page 193.39 *Limiting angular subtense (α_{\min})*

Replace the text of this sub-clause by the following:

The visual angle subtended by the apparent source (including diffuse reflections) at the eye of an observer which is used to differentiate between intrabeam and extended source viewing. See Figure 8, page 90, and item *e*) of Sub-clause 9.3. This concept is discussed in Section B of Appendix A.

Page 213.47 *Nominal ocular hazard distance (NOHD)*

Replace the text of this sub-clause by the following:

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

Replace the title and text of Sub-clause 3.49 by the following:

3.49 *Transmittance (optical) density*

Logarithm to base ten of the reciprocal of the transmittance (IEV 845-04-66).

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

Replace the title of Sub-clause 3.52 by the following:

3.52 *Pulse duration***Page 23**3.54 *Radiance*

Replace the text of this sub-clause by the following:

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

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

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

Note. — Cette définition est une version simplifiée du VEI 845-01-34, suffisante pour les besoins de la présente norme. En cas de doute, on suivra la définition du VEI.

Remplacer le titre et le texte existants du paragraphe 3.55 par les nouveaux titre et texte suivants:

3.55 *Energie rayonnante*

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

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

Unité SI: joule (J)

3.57 *Flux énergétique: puissance de rayonnement*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Puissance émise, transmise ou reçue sous forme de rayonnement (VEI 845-01-24).

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

Unité SI: watt (W)

3.58 *Facteur de réflexion*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Rapport du flux énergétique réfléchi au flux incident dans les conditions données (VEI 845-04-58).

Symbole: ρ

Unité SI: 1

Page 24

3.68 *Facteur de transmission*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Rapport du flux énergétique transmis au flux incident dans les conditions données (VEI 845-04-59).

Symbole: τ

Unité SI: 1

3.69 *Rayonnement visible: lumière*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

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

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

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

Symbol: L

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

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

Note. — This definition is a simplified version of IEV 845-01-34, sufficient for the purpose of this standard. In case of doubt the IEV definition should be followed.

Replace the title and text of Sub-clause 3.55 by the following:

3.55 Radiant energy

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

Symbol: Q

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

SI unit: joule (J)

3.57 Radiant flux: radiant power

Replace the text of this sub-clause by the following:

Power emitted, transmitted or received in the form of radiation (IEV 845-01-24).

Symbol: Φ , P

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

SI unit: watt (W)

3.58 Reflectance

Replace the text of this sub-clause by the following:

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

Symbol: ρ

SI unit: 1

Page 25

3.68 Transmittance

Replace the text of this sub-clause by the following:

Ratio of the transmitted radiant power to the incident radiant power in the given conditions (IEV 845-04-59).

Symbol: τ

SI unit: 1

3.69 Visible radiation: light

Replace the text of this sub-clause by the following:

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

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

Page 26

4.2 Capot de protection

Remplacer le texte existant du premier alinéa du paragraphe 4.2.1 par le nouveau texte suivant et supprimer les points a) et b):

Tout appareil à laser doit avoir un capot de protection qui, lorsqu'il est en place, sauf pour les ouvertures laser, empêche l'accès humain au rayonnement laser dépassant la classe 1.

Remplacer le titre du paragraphe 4.3 par le suivant:

4.3 Panneaux d'accès et verrouillages de sécurité

Remplacer le texte existant du paragraphe 4.3.1 par le nouveau texte suivant:

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

- a) le panneau d'accès est conçu pour être retiré ou déplacé au cours de l'entretien ou du fonctionnement, et
- b) le retrait du panneau permet l'accès humain au rayonnement laser émis par le laser incorporé, et
- c) le tableau ci-dessous indique (×) la nécessité d'un verrouillage de sécurité.

Classe de l'appareil	Emission accessible au cours du retrait du panneau d'accès					
	1	2	3A	3B*	3B**	4
1	—	—	—	×	×	×
2	—	—	—	×	×	×
3A	—	—	—	×	×	×
3B*	—	—	—	—	×	×
3B**	—	—	—	—	—	×
4	—	—	—	—	—	—

Note — 3B* : Lasers de classe 3B avec moins de cinq fois les LEA de classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 700 nm.

3B** : Lasers de classe 3B à l'exclusion de 3B*.

Le retrait du panneau ne doit pas entraîner d'émission par l'ouverture dépassant les LEA de la classe 3A. L'émission accessible par l'ouverture du panneau, par exemple par l'insertion d'un réflecteur, ne doit pas dépasser les limites de la classe assignée. Le verrouillage de sécurité doit être conçu afin d'empêcher le retrait du panneau tant que les valeurs de l'émission accessible sont supérieures aux LEA pour la classe assignée et il doit empêcher qu'une neutralisation involontaire de la sécurité n'ait pour conséquence l'émission d'un rayonnement d'une valeur supérieure aux LEA de la classe assignée.

Page 28

4.4 Connecteur de verrouillage à distance

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Tout appareil à laser appartenant à l'une des classes suivantes doit être équipé d'un connecteur de verrouillage à distance: classe 4 et classe 3B, sauf pour la classe 3B ne

Page 27**4.2 Protective housing**

Replace the text of the first paragraph of Sub-clause 4.2.1 by the following and delete items a) and b):

Each laser product shall have a protective housing which, when in place, apart from laser apertures, prevents human access to laser radiation in excess of Class 1.

Replace the title of Sub-clause 4.3 with the following:

4.3 Access panels and safety interlocks

Replace the text of Sub-clause 4.3.1 by the following:

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

- a) the access panel is intended to be removed or displaced during maintenance or operation, and
- b) the removal of the panel gives human access to laser radiation from the embedded laser, and
- c) the table below indicates (×) the necessity of a safety interlock.

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

Note. — 3B* : Class 3B lasers with less than five times the AEL of Class 2 in the wavelength range of 400 to 700 nm.

3B** : Class 3B lasers excluding 3B*.

Removal of the panel shall not result in emission through the opening in excess of the AEL for Class 3A. The emission accessible through the opening, e.g. by insertion of a reflector, shall not exceed the limits of the class assigned. The safety interlock shall be of a design which prevents the removal of the panel until accessible emission values are below the AEL for the class assigned and inadvertent resetting of the interlock shall not in itself restore emission values above the AEL of the class assigned.

Page 29**4.4 Remote interlock connector**

Replace the text of this sub-clause by the following:

Any laser product belonging to one of the following classes shall have a remote interlock connector: Class 4 and Class 3B, except for Class 3B with not more than five times the AEL of

présentant pas plus de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 700 nm. Lorsque les bornes du connecteur ne sont pas raccordées électriquement, le rayonnement accessible ne doit pas dépasser les LEA des classes 1, 2 et 3A.

4.5 Commande à clé

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Tout appareil à laser appartenant à l'une des classes suivantes doit être équipé d'un organe de commande principal actionné par clé: classe 4 et classe 3B, sauf pour la classe 3B ne présentant pas plus de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 700 nm. La clé doit pouvoir être retirée et le laser ne doit pas pouvoir fonctionner lorsque la clé est retirée. Dans la présente norme, le terme «clé» peut désigner tout autre dispositif de commande, tel que cartes magnétiques, combinaisons chiffrées, etc.

4.6 Avertissement d'émission de rayonnement laser

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Tout appareil à laser appartenant à l'une des classes suivantes doit donner un avertissement auditif ou visuel quand l'alimentation est déclenchée ou si la batterie de condensateurs de lasers pulsés est en charge ou n'a pas été déchargée de façon certaine: classe 4 et classe 3B, sauf pour la classe 3B ne présentant pas plus de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 700 nm. Le dispositif d'avertissement doit être du type à sécurité positive ou secouru. Tout indicateur visuel doit être clairement visible à travers un protecteur oculaire conçu spécifiquement pour la (les) longueur(s) d'onde du rayonnement laser émis. Si le laser et son alimentation sont logés dans des enceintes séparées, et s'ils peuvent fonctionner lorsque la distance qui les sépare est supérieure à 2 m, aussi bien le laser que son alimentation doivent être équipés d'indicateurs d'émission visuels ou auditifs. L'indicateur (ou les indicateurs) d'émission visuel(s) doit (doivent) être placé(s) de façon que son (leurs) observation(s) ne nécessite(nt) pas l'exposition au rayonnement laser excédant les LEA des classes 1 et 2.

4.7 Arrêt de faisceau ou atténuateur

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

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

Page 30

5. Etiquetage

Remplacer le texte existant du premier alinéa du paragraphe 5.1 par le nouveau texte suivant:

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

Class 2 in the wavelength range of 400 to 700 nm. When the terminals of the connector are open-circuited, the accessible radiation shall not exceed the AEL for Class 1, Class 2 and Class 3A.

4.5 Key control

Replace the text of this sub-clause by the following:

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

4.6 Laser radiation emission warning

Replace the text of this sub-clause by the following:

Any laser product belonging to one of the following classes shall give an audible or visible warning when the energy source is activated or if capacitor banks of pulsed lasers are being charged or have not been positively discharged: Class 4 and Class 3B, except for Class 3B with not more than five times the AEL of Class 2 in the wavelength range of 400 to 700 nm. The warning device shall be of a fail-safe or redundant design. Any visible warning device shall be clearly visible through protective eye-wear specifically designed for the wavelength(s) of the emitted laser radiation. If the laser and its energy source are separately housed, and if they can be operated at a separation distance greater than 2 m, they shall each be provided with audible or visible warning devices. The visible warning device(s) shall be located so that viewing does not require exposure to laser radiation in excess of the AEL for Class 1 and Class 2.

4.7 Beam stop or attenuator

Replace the text of this sub-clause by the following:

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

Page 31

5. Labelling

Replace the text of the first paragraph of Sub-clause 5.1 by the following:

Each laser product shall carry label(s) in accordance with the requirements of the following clauses. The labels shall be permanently fixed, legible and clearly visible during operation, maintenance or service, according to their purpose. They shall be so positioned that they can be read without the necessity for human exposure to laser radiation in excess of the AEL for Class 1. Text, borders and symbols shall be black on a yellow background except for Class 1 where this colour combination need not be used.

Page 32

Remplacer le titre et le texte existants du paragraphe 5.8 par les titre et texte suivants:

5.8 Information sur le rayonnement émis et les normes

La plaque indicatrice de tout appareil à laser (à l'exception de ceux de classe 1) doit mentionner (figure 15) la puissance maximale du rayonnement laser émis, la durée de l'impulsion (s'il y a lieu) et la (les) longueur(s) d'onde émise(s). Le nom et la date de publication de la norme à laquelle l'appareil répond doivent figurer sur la plaque indicatrice ou à tout autre emplacement proche de l'appareil.

Page 34

Ajouter le nouveau paragraphe 5.11:

5.11 Avertissement pour rayonnement laser visible

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

Page 36

Remplacer le titre et le texte existants du paragraphe 7.2 par les nouveaux titre et texte suivants:

7.2 Système de transmission laser par fibre optique

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

Il convient également de prendre soin d'incorporer des atténuateurs mécaniques de faisceau sur les connecteurs si le réglage est effectué dans une zone de travail non protégée. Un dispositif approprié permettant la détection de toute interruption de la liaison par fibre optique doit être incorporé dans les classes 4 et 3B. Ce dispositif doit immédiatement interrompre l'émission laser et déclencher au même moment un avertissement audible ou visuel.

Page 38

8. Essais

Remplacer le texte existant du troisième alinéa du paragraphe 8.1 par le nouveau texte suivant:

Pour chacune des conditions requises, les essais doivent être effectués au cours du fonctionnement, de l'entretien ou du réglage selon le cas avec chacune des conditions défectueuses de fonctionnement.

Remplacer le titre existant du paragraphe 8.2 par le nouveau titre suivant:

8.2 Mesures concernant le rayonnement laser en vue de déterminer la classification

Remplacer les points f), g) et h) existants de ce paragraphe par les nouveaux points suivants:

- f) Pour les valeurs exprimées en unité de puissance rayonnante (W) ou d'énergie rayonnante (J), au travers d'un diaphragme de forme circulaire ayant un diamètre de 50 mm (pour simuler le recueil par un instrument d'optique d'un faisceau laser immobile).
- g) Pour les valeurs exprimées en unité d'éclairement énergétique ($W \cdot m^{-2}$) ou d'exposition énergétique ($J \cdot m^{-2}$) en valeur moyenne sur un diaphragme de forme circulaire en fonction des ouvertures limites du tableau VI.

Page 33

Replace the title and text of Sub-clause 5.8 by the following:

5.8 Radiation output and standards information

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

Page 35

Add the new Sub-clause 5.11:

5.11 Warning for visible laser radiation

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

Page 37

Replace the title and text of Sub-clause 7.2 by the following:

7.2 Laser fibre optic transmission system

Laser systems which employ fibre optic transmission shall have cable service connections which require a tool for disconnection if the AEL for Class 1, Class 2 and Class 3A is exceeded when disconnected and if such cable connections form part of the protective housing.

Consideration should also be given to incorporating mechanical beam attenuators at connectors if service is anticipated in an unsupervised work area. A device suitable for the detection of any optical fibre link interruption should be included in Classes 4 and 3B. This device should immediately stop the laser emission and at the same time actuate an audible or visible warning.

Page 39**8. Tests**

Replace the text of the third paragraph of Sub-clause 8.1 by the following:

Tests for each of the applicable requirements shall be made during operation, maintenance or service as appropriate under any single fault condition.

Replace the title of Sub-clause 8.2 by the following:

8.2 Measurements of laser radiation for determining classification

Replace items f), g) and h) of this sub-clause by the following:

- f) For values expressed in radiant power (W) or radiant energy (J), with a circular aperture stop of 50 mm diameter (to simulate the collection by an optical instrument of a stationary laser beam).
- g) For values expressed in irradiance ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) or radiant exposure ($\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$) averaged over a circular stop according to the limiting apertures of table VI.

Dans le cas de la vision dans le faisceau, deux emplacements de mesure d'éclairement énergétique ($W \cdot m^{-2}$) ou d'exposition énergétique ($J \cdot m^{-2}$) sont utilisés dans la présente norme:

- i) en général, la mesure est prise au point d'éclairement énergétique ou d'exposition énergétique maximal accessible; et
 - ii) dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 1400 nm, une distance de mesure minimale de 100 mm entre la source apparente et le diaphragme de forme circulaire peut être utilisée sauf si des distances inférieures à 100 mm entre la source apparente et l'œil humain ont été prévues dans la conception de l'appareil à laser. Dans le cas d'une distance de mesure minimale à 100 mm, la distance de mesure doit être portée sur la plaque indicatrice.
- h) Pour les valeurs exprimées en luminance ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$) ou en luminance intégrée ($J \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$) en mesurant la puissance rayonnante (W) ou l'énergie rayonnante (J) détectable à travers un diaphragme de forme circulaire ayant un diamètre de 7 mm et à l'intérieur d'un angle solide effectif d'acceptance de $10^{-5}sr$ comme illustré dans le schéma ci-dessous. La distance de mesure entre la source apparente et le diaphragme de forme circulaire doit être de 100 mm minimum.

Note. — Pour calculer la luminance ou la luminance intégrée, diviser la puissance ou l'énergie rayonnante mesurée par la surface du diaphragme et l'angle solide d'acceptance.

Page 40

Remplacer le titre existant du paragraphe 9.2 par le nouveau titre suivant:

9.2 Description des classes laser

Remplacer le texte du dernier alinéa de ce paragraphe, page 42, par le nouveau texte suivant:

Les lasers de la classe 4 sont des dispositifs de haute puissance dont des puissances de sortie dépassent les LEA spécifiées dans le tableau IV pour la classe 3B.

Note. — Tous les lasers de la classe 4 sont capables de produire des réflexions diffuses dangereuses. Ils peuvent causer des lésions cutanées et peuvent aussi constituer un danger d'incendie. Leur utilisation requiert d'extrêmes précautions.

Page 42

9.3 Procédure de classification

Au point c) de ce paragraphe, page 44, supprimer: «insertion de sondes optiques».

Remplacer le texte existant du point d) de ce paragraphe, page 44, par le nouveau texte suivant:

Dans la gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 1400 nm, deux limites existent pour les appareils à laser de la classe 1. Un appareil à laser est classé dans la classe 1 s'il est conforme à au moins un des deux ensembles de valeurs de LEA (puissance ou énergie rayonnée; luminance ou luminance intégrée) spécifiées dans le tableau I.

Supprimer les cinq derniers alinéas de ce paragraphe, page 44, et ajouter les nouveaux points e) et f) suivants:

e) Diamètre apparent α

A des fins de classification, le diamètre apparent α utilisé comme base pour distinguer la vision dans le faisceau direct de la vision de la source étendue doit être calculé ou mesuré à la plus petite distance possible de la source apparente mais pas à moins de 100 mm. (Voir diamètre apparent limite α_{min} , paragraphe 3.39.)

For the case of intrabeam viewing, two locations for the measurement of the irradiance ($W \cdot m^{-2}$) or of the radiant exposure ($J \cdot m^{-2}$) are used in this standard:

- i) generally, the measurement is taken at the point of the maximum accessible irradiance or radiant exposure; and
 - ii) in the wavelength range 400 to 1400 nm a minimum measurement distance of 100 mm between the apparent source and the circular aperture stop may be used unless distances of less than 100 mm between the apparent source and the human eye are intended in the design of the laser product. In the case of a minimum measurement distance of 100 mm, the measurement distance shall be recorded on the explanatory label.
- h) For values expressed as radiance ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$) or integrated radiance ($J \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$) by measuring the radiant power (W) or radiant energy (J) detectable through a circular aperture stop having a diameter of 7 mm and with an effective solid angle of acceptance of $10^{-5}sr$ as illustrated in the diagram below. The measurement distance between the apparent source and the circular aperture stop shall be a minimum of 100 mm.

Note. — To calculate the radiance or integrated radiance, divide the measured power or radiant energy by the area of the aperture stop and the solid angle of acceptance.

Page 41

Replace the title of Sub-clause 9.2 by the following:

9.2 Description of laser classes

Replace the last paragraph of this sub-clause, page 43, by the following:

Class 4 lasers are high power devices with output powers exceeding the AELs specified in Table IV for Class 3B.

Note. — All Class 4 lasers are capable of producing hazardous diffuse reflections. They may cause skin injuries and could also constitute a fire hazard. Their use requires extreme caution.

Page 43

9.3 Classification procedure

In item c) of this sub-clause, page 45, delete: «insertion of optical probes».

Replace the text of item d) of this sub-clause, page 45, by the following:

In the wavelength range from 400 nm to 1400 nm dual limits exist for Class 1 laser products. A laser product is classified as Class 1 if it complies with at least one of the two sets of AEL values (radiant power or energy; radiance or integrated radiance) given in Table I.

Delete the last five paragraphs of this sub-clause, page 45, and add the following new items e) and f):

e) Angular subtense α

For the purpose of classification the angular subtense α used as a basis for distinguishing direct intrabeam viewing from extended source viewing shall be calculated (or measured) at the smallest possible distance from the apparent source but not less than 100 mm. (See limiting angular subtense α_{min} , Sub-clause 3.39.)

f) Base de temps

Trois bases de temps sont utilisées dans la présente norme:

- i) 30 000 s pour des rayonnements laser dont la longueur d'onde est inférieure ou égale à 400 nm et pour les rayonnements laser dont la longueur d'onde dépasse 400 nm, lorsque la conception ou la fonction de l'appareil à laser comporte une vision intentionnelle; et
- ii) 1 000 s pour des rayonnements laser dont la longueur d'onde dépasse 400 nm, sauf lorsque la conception ou la fonction de l'appareil à laser comporte une vision intentionnelle; et
- iii) 100 s pour la classe 3A dans la gamme de longueurs d'onde de 700 à 1 400 nm.

Si l'une des durées réduites ii) ou iii) est utilisée, on doit normalement l'indiquer sur la plaque indicatrice ainsi que l'usage prévu pour le laser.

Page 44

Remplacer le titre existant du paragraphe 9.4 par le nouveau titre suivant:

9.4 Lasers modulés ou à impulsions répétitives

Remplacer le texte existant du premier alinéa du paragraphe 9.4.1 par le nouveau texte suivant:

9.4.1 La LEA pour les longueurs d'onde allant de 400 nm à 1 400 nm est déterminée en utilisant la plus restrictive des spécifications des points a), b) et c) suivant les cas. Pour les autres longueurs d'onde, la LEA est déterminée en utilisant la plus restrictive des prescriptions des points a) et b).

Remplacer le texte existant du point c) de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

- c) L'exposition à une impulsion quelconque comprise dans un train d'impulsions ne doit pas excéder la LEA pour une impulsion unique multipliée par le nombre total d'impulsions, N , prévues durant le temps d'exposition, élevé à la puissance $-1/4$:

$$LEA_{\text{train}} = LEA_{\text{unique}} \times N^{-1/4}$$

où:

LEA_{train} = exposition à une impulsion quelconque comprise dans le train d'impulsions

LEA_{unique} = LEA pour une seule impulsion

N = nombre total d'impulsions durant le temps d'exposition

Supprimer le point d) de ce paragraphe ainsi que les paragraphes 9.4.2 et 9.4.3 intégralement.

f) Time basis

- Three time bases are used in this standard:

- i) 30 000 s for laser radiation of wavelengths less than or equal to 400 nm and for laser radiation of wavelengths greater than 400 nm where intentional viewing was inherent in the design or function of the laser product; and
- ii) 1000 s for laser radiation of wavelengths greater than 400 nm unless intentional viewing was inherent in the design or function of the laser product; and
- iii) 100 s for the Class 3A in the wavelength range of 700 to 1400 nm.

If one of the reduced durations ii) or iii) is used, this should be recorded on the explanatory label with the intended use of the laser.

Page 45**9.4 Repetitively pulsed or modulated lasers**

Replace the text of the first paragraph of Sub-clause 9.4.1 by the following:

9.4.1 The AEL for wavelengths 400 nm to 1400 nm is determined by using the most restrictive of requirements *a)*, *b)* and *c)* as appropriate. For other wavelengths, the AEL is determined by using the most restrictive of requirements *a)* and *b)*.

Replace the text of item c) of this sub-clause by the following:

- c) The exposure from any single pulse within the train shall not exceed the AEL for a single pulse multiplied by the total number of pulses, *N*, expected during the applicable time base, raised to the minus 1/4 power:

$$AEL_{\text{train}} = AEL_{\text{single}} \times N^{-1/4}$$

where:

AEL_{train} = exposure from any single pulse in the train

AEL_{single} = AEL for a single pulse

N = number of pulses during the applicable time base

Delete item d) of this paragraph and the whole of Sub-clauses 9.4.2 and 9.4.3.

Replace Table I by the following:

TABLE I
Accessible emission limits for Class I laser products

Wave-length λ (nm)	Emission duration t (s)	$<10^{-9}$ to 10^{-7}	10^{-7} to 10^{-6}	10^{-6} to 1.8×10^{-5}	1.8×10^{-5} to 5×10^{-5}	5×10^{-5} to 10	10 to 10^3	10^3 to 10^4	10^4 to 3×10^4	
180 to 302.5		2.4×10^{-5} J								
302.5 to 315		7.9×10^{-7} C ₂ J ($t > T_1$)								
315 to 400		7.9×10^{-7} C ₂ J ($t > T_1$)								
400 to 550	or*	7.9×10^{-7} C ₁ J ($t < T_1$)	7.9×10^{-7} C ₁ J	7.9×10^{-3} J	7.9×10^{-3} J	7.9×10^{-3} J	3.9×10^{-3} J	7.9×10^{-6} W	3.9×10^{-7} W	
		10^{11} W . m ⁻² sr ⁻¹	2.1×10^5 J . m ⁻² sr ⁻¹	21 W . m ⁻² sr ⁻¹						
550 to 700	or*	2×10^{-7} J	2×10^{-7} J	$7 \times 10^{-4} t^{0.75}$ J	$7 \times 10^{-4} t^{0.75}$ J	$7 \times 10^{-4} t^{0.75}$ J	3.9×10^{-3} C ₃ J ($t > T_2$)	3.9×10^{-7} C ₃ W	21 C ₃ W . m ⁻² sr ⁻¹	
		10^{11} W . m ⁻² sr ⁻¹	2.1×10^5 C ₃ J . m ⁻² sr ⁻¹ ($t > T_2$)	21 C ₃ W . m ⁻² sr ⁻¹						
700 to 1050	or*	2×10^{-7} C ₄ J	2×10^{-7} C ₄ J	$7 \times 10^{-4} t^{0.35}$ C ₄ J	$7 \times 10^{-4} t^{0.35}$ C ₄ J	$7 \times 10^{-4} t^{0.35}$ C ₄ J	1.2×10^{-4} C ₄ W	1.2×10^{-4} C ₄ W	6.4×10^3 C ₄ W . m ⁻² sr ⁻¹	
		10^{11} C ₄ W . m ⁻² sr ⁻¹	10^{11} C ₄ W . m ⁻² sr ⁻¹	10^{11} C ₄ W . m ⁻² sr ⁻¹	10^{11} C ₄ W . m ⁻² sr ⁻¹	10^{11} C ₄ W . m ⁻² sr ⁻¹	10^{11} C ₄ W . m ⁻² sr ⁻¹	$3.9 \times 10^4 t^{0.75}$ C ₄ J . m ⁻² sr ⁻¹	6.4×10^3 C ₄ W . m ⁻² sr ⁻¹	
1050 to 1400	or*	2×10^{-6} J	2×10^{-6} J	$3.5 \times 10^{-3} t^{0.75}$ J	$3.5 \times 10^{-3} t^{0.75}$ J	$3.5 \times 10^{-3} t^{0.75}$ J	6×10^{-4} W	6×10^{-4} W	3.2×10^4 W . m ⁻² sr ⁻¹	
		5×10^{11} W . m ⁻² sr ⁻¹	5×10^{11} W . m ⁻² sr ⁻¹	$5 \times 10^5 t^{0.33}$ J . m ⁻² sr ⁻¹	$5 \times 10^5 t^{0.33}$ J . m ⁻² sr ⁻¹	$5 \times 10^5 t^{0.33}$ J . m ⁻² sr ⁻¹	$5 \times 10^5 t^{0.33}$ J . m ⁻² sr ⁻¹	$1.9 \times 10^5 t^{0.75}$ J . m ⁻² sr ⁻¹	3.2×10^4 W . m ⁻² sr ⁻¹	
1400 to 1530		8×10^{-5} J	8×10^{-5} J	$4.4 \times 10^{-3} t^{0.25}$ J	$4.4 \times 10^{-3} t^{0.25}$ J	$4.4 \times 10^{-3} t^{0.25}$ J	8×10^{-4} W	8×10^{-4} W	0.1 W	
1530 to 1550		8×10^{-3} J	8×10^{-3} J	$4.4 \times 10^{-3} t^{0.25}$ J	$4.4 \times 10^{-3} t^{0.25}$ J	$4.4 \times 10^{-3} t^{0.25}$ J	8×10^{-4} W	8×10^{-4} W	0.1 W	
1550 to 10 ⁵		8×10^{-5} J	8×10^{-5} J	$4.4 \times 10^{-3} t^{0.25}$ J	$4.4 \times 10^{-3} t^{0.25}$ J	$4.4 \times 10^{-3} t^{0.25}$ J	8×10^{-4} W	8×10^{-4} W	0.1 W	
10 ⁵ to 10 ⁶		10^{-2} J	10^{-2} J	$0.56 t^{0.25}$ J	$0.56 t^{0.25}$ J	$0.56 t^{0.25}$ J	0.1 W	0.1 W	0.1 W	

(See notes page 57)

* See item d) of Sub-clause 9.3 for Class I dual limits requirements.

Remplacer le tableau III existant par le suivant :

TABLEAU III
Limites d'émission accessible pour les appareils à laser de la classe 3A

Longueur d'onde λ (nm)	Durée d'émission t (s)	$< 10^{-9}$	10^{-9} à 10^{-7}	10^{-7} à 10^{-6}	10^{-6} à 10^{-5}	$1,8 \times 10^{-5}$ à 5×10^{-5}	5×10^{-5} à $0,25$	$0,25$ à 10	10 à 10^3	10^3 à 3×10^4	
180 à 302,5		$3 \times 10^{10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$								
302,5 à 315		$1,2 \times 10^5 \text{ W}$ et $3 \times 10^{10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$4 \times C_1 \times 10^{-7} \text{ J}$ et $C_1 \cdot \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$		$(t > T_i)$		$4 \times C_2 \times 10^{-6} \text{ J}$ et $C_2 \cdot \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$		$4 \times C_3 \times 10^{-6} \text{ J}$ et $C_3 \cdot \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$		
315 à 400		$3 \times 10^{10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$(t < T_i)$								
400 à 700		1000 W et $5 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	10^{-6} J et $5 \times 10^{-3} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$3,5 \times 10^{-3} \times t^{0,75} \text{ J}$ et $18 \times t^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$5 \times 10^{-3} \text{ W}$ et $25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (Les reflexes de défense protègent pour l'émission $> 0,25 \text{ s}$)		$4 \times C_1 \times 10^{-6} \text{ J}$ et $C_1 \cdot \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$		
700 à 1050		$1000 \text{ W} \times C_4 \text{ W}$ et $5 \times C_4 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$10^{-6} \times C_4 \text{ J}$ et $5 \times C_4 \times 10^{-3} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$3,5 \times 10^{-3} \times C_4 \times t^{0,75} \text{ J}$ et $18 \times C_4 \times t^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$6 \times 10^{-4} \times C_4 \text{ W}$ et $3,2 \times C_4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$		$4 \times 10^{-2} \text{ J}$ et $10^4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		
1050 à 1400		10^4 W et $5 \times 10^7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	10^{-5} J et $5 \times 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$1,8 \times 10^{-2} \times t^{0,75} \text{ J}$ et $90 \times t^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$3 \times 10^{-3} \text{ W}$ et $16 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$		$5 \times 10^{-3} \text{ W}$ et $25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (Les reflexes de défense protègent pour l'émission $> 0,25 \text{ s}$)		
1400 à 1530		$4 \times 10^5 \text{ W}$ et $10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$4 \times 10^{-4} \text{ J}$ et $100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$2,2 \times 10^{-2} \times t^{0,25} \text{ J}$ et $5600 \times t^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$4 \times 10^{-3} \text{ W}$ et $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$		10^{-5} J et $5 \times 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		
1530 à 1550		$4 \times 10^5 \text{ W}$ et $10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$1,0 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$2,2 \times 10^{-2} \times t^{0,25} \text{ J}$ et $5600 \times t^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$4 \times 10^{-3} \text{ W}$ et $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$		10^{-5} J et $5 \times 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		
1550 à 4000		$4 \times 10^5 \text{ W}$ et $10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$4 \times 10^{-4} \text{ J}$ et $100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$2,2 \times 10^{-2} \times t^{0,25} \text{ J}$ et $5600 \times t^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$4 \times 10^{-3} \text{ W}$ et $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$		10^{-5} J et $5 \times 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		
4000 à 10 ⁶		$10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$5600 \times t^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		$1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$		$100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$		

(Voir notes page 56)

Replace Table III by the following:

TABLE III
Accessible emission limits for Class 3A laser products

Wave-length λ (nm)	Emission duration t (s)	$< 10^{-9}$ W	10^{-9} to 10^{-7} W	10^{-7} to 10^{-6} W	1.8×10^{-5} to 5×10^{-5} W	5×10^{-5} to 0.25 W	0.25 to 10 W	10 to 10^3 W	10^3 to 3×10^4 W
180 to 302.5		3×10^{10} W . m ⁻²	$30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$						
302.5 to 315		1.2×10^5 W and 3×10^{10} W . m ⁻²	$4 \times C_1 \times 10^{-6}$ J and $C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	10^{-6} J to 10^{-5} J	$(t > T)$ $4 \times C_2 \times 10^{-6}$ J and $C_2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$4 \times C_2 \times 10^{-6}$ J and $C_2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	0.25 to 10 W	10 to 10^3 W	$4 \times C_2 \times 10^{-6}$ J and $C_2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
315 to 400		3×10^{10} W . m ⁻²	$4 \times C_1 \times 10^{-6}$ J and $C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	10^{-6} J to 10^{-5} J	$(t < T)$ $4 \times C_1 \times 10^{-6}$ J and $C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$			4×10^{-2} J and $10^4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	4×10^{-5} W and $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
400 to 700		1000 W and 5×10^6 W . m ⁻²	10^{-6} J and 5×10^{-3} J . m ⁻²	10^{-6} J and 5×10^{-3} J . m ⁻²	$3.5 \times 10^{-3} \times t^{0.75}$ J and $18 \times t^{0.75}$ J . m ⁻²			5×10^{-3} W and $25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	5×10^{-3} W and $25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (Aversion responses protect for emission > 0.25 s)
700 to 1050		1000 W $\times C_4$ W and $5 \times C_4 \times 10^6$ W . m ⁻²	$10^{-6} \times C_4$ J and $5 \times C_4 \times 10^{-3}$ J . m ⁻²	$10^{-6} \times C_4$ J and $5 \times C_4 \times 10^{-3}$ J . m ⁻²	$3.5 \times 10^{-3} \times C_4 \times t^{0.75}$ J and $18 \times C_4 \times t^{0.75}$ J . m ⁻²			$6 \times 10^{-4} \times C_4$ W and $3.2 \times C_4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$6 \times 10^{-4} \times C_4$ W and $3.2 \times C_4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
1050 to 1400		10^4 W and 5×10^7 W . m ⁻²	10^{-5} J and 5×10^{-2} J . m ⁻²	10^{-5} J and 5×10^{-2} J . m ⁻²				3×10^{-3} W and $16 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	3×10^{-3} W and $16 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
1400 to 1530			4×10^{-4} J and $100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2} \times t^{0.25}$ J and $5600 \times t^{0.25}$ J . m ⁻²	$2.2 \times 10^{-2} \times t^{0.25}$ J and $5600 \times t^{0.25}$ J . m ⁻²				
1530 to 1550		4×10^5 W and 10^{11} W . m ⁻²	1.0×10^4 J . m ⁻²	$2.2 \times 10^{-2} \times t^{0.25}$ J and $5600 \times t^{0.25}$ J . m ⁻²	$2.2 \times 10^{-2} \times t^{0.25}$ J and $5600 \times t^{0.25}$ J . m ⁻²			4×10^{-3} W and $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	4×10^{-3} W and $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
1550 to 4000			4×10^{-4} J and $100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2} \times t^{0.25}$ J and $5600 \times t^{0.25}$ J . m ⁻²	$2.2 \times 10^{-2} \times t^{0.25}$ J and $5600 \times t^{0.25}$ J . m ⁻²				
4000 to 10^6		10^{11} W . m ⁻²	$100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times t^{0.25}$ J . m ⁻²	$5600 \times t^{0.25}$ J . m ⁻²			$1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

(See notes page 57)

Page 54

TABEAU IV

Remplacer la longueur d'onde existante «200 à 302,5» par la nouvelle longueur d'onde suivante: «180 à 302,5».

Page 56

Notes sur les tableaux I à IV:

Supprimer intégralement la note 3 (y compris le tableau).

Renommer la note 4 en note 3 et remplacer «200 à 302,5 signifie 200 ...» par «180 à 302,5 signifie 180 ...».

Page 58

10. Mesures de sécurité

Remplacer le texte existant de la cinquième phrase du premier alinéa du paragraphe 10.1 par le nouveau texte suivant:

Pour des installations où des lasers de classe supérieure à la classe 3A sont mis en œuvre, un responsable de sécurité laser devrait être désigné.

Après le dernier alinéa du paragraphe 10.1, ajouter le texte de la note suivante:

Note. — En raison de la nature de ces directives, les recommandations de cette section sont énoncées en utilisant le verbe «devoir» au conditionnel en ce qui concerne les mesures de sécurité et de contrôle à prendre par l'utilisateur d'un appareil à laser sans faire de distinction entre les dangers respectifs présentés par les appareils à laser de la classe 3B ou de la classe 4. Le caractère obligatoire ou simplement recommandé de ces mesures de contrôle est laissé à l'appréciation de l'utilisateur.

10.2 Emploi du connecteur de verrouillage à distance

Remplacer le texte existant du premier alinéa par le nouveau texte suivant:

Le connecteur de verrouillage à distance des lasers de classe 4 et de classe 3B, sauf les lasers de classe 3B présentant moins de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 700 nm, devrait être connecté à un sectionneur de verrouillage d'urgence central ou aux systèmes de verrouillage de sécurité de la salle, de la porte ou du meuble (voir paragraphe 4.4).

10.3 Commande à clé

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Quand il n'est pas en service, tout appareil des classes 3B et 4 devrait être protégé contre tout emploi non autorisé par l'enlèvement de la clé de commande (voir paragraphe 4.5). Cette condition ne s'applique pas aux appareils à laser de la classe 3B présentant moins de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 700 nm.

10.4 Arrêt de faisceau ou atténuateur

Remplacer intégralement le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

L'exposition involontaire des personnes présentes à des appareils à laser des classes 3B ou 4 pourrait être évitée par l'emploi d'un atténuateur de faisceau ou par l'arrêt du faisceau (voir paragraphe 4.7), sauf que d'autres moyens peuvent être utilisés pour les appareils à laser de la classe 3B présentant moins de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 700 nm.

Page 55

TABLE IV

Replace the wavelength range “200 to 302.5” by “180 to 302.5”.

Page 57

Notes to Tables I to IV:

Delete Note 3 (including the table).

Renumber Note 4 as Note 3 and replace “200 to 302.5 means 200 ...” by “180 to 302.5 means 180 ...”.

Page 59**10. Safety precautions**

Replace the text of the fifth sentence of Sub-clause 10.1 by the following:

For installations where lasers of class greater than Class 3A are operated, a laser safety officer should be appointed.

Add at the end of Sub-clause 10.1:

Note. — Because of the nature of these guidelines, this section makes recommendations with the verb “should” for safety precautions and control measures to be taken by the user of a laser product without distinguishing between the relative hazards presented by Class 3B or Class 4 lasers. It is left to the user to specify whether “should” or “shall” is to be used in the implementation of these control measures.

10.2 Use of remote interlock connector

Replace the text of the first paragraph by the following:

The remote interlock connector of Class 4 and Class 3B lasers, except of Class 3B lasers with not more than five times the AEL of Class 2 in the wavelength range of 400 to 700 nm, should be connected to an emergency master disconnect interlock or to room, door or fixture interlocks (see Sub-clause 4.4).

10.3 Key control

Replace the text of this sub-clause by the following:

Class 3B and Class 4 laser products not in use should be protected against unauthorized use by removal of the key of the key control (see Sub-clause 4.5). This requirement does not apply to Class 3B laser products with not more than five times the AEL of Class 2 in the wavelength range of 400 to 700 nm.

10.4 Beam stop or attenuator

Replace the text of this sub-clause by the following:

The inadvertent exposure of bystanders to Class 3B or Class 4 laser products should be prevented by the use of the beam attenuator or beam stop (see Sub-clause 4.7) except that for Class 3B laser products with not more than five times the AEL of Class 2 in the wavelength range of 400 to 700 nm other means may be used.

Page 60

10.5 *Panneaux avertisseurs*

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Des panneaux avertisseurs appropriés doivent être apposés sur les entrées des zones ou les enceintes de protection contenant des appareils à laser des classes 3B et 4.

10.8 *Protection des yeux*

Remplacer le texte existant des trois premières lignes du deuxième alinéa par le nouveau texte suivant:

Un protecteur oculaire conçu pour assurer une protection adéquate spécifiquement contre les rayonnements laser devrait être employé dans toutes les zones dangereuses où des lasers de la classe 3B ou 4 sont en service (voir article 12). Cette condition ne s'applique pas aux appareils à laser de la classe 3B présentant moins de cinq fois les LEA de la classe 2 dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 700 nm. Les autres exceptions sont:

Page 70

12.6.2 *Appareils à laser de classe 3A utilisés pour la topographie, l'alignement et le nivellement*

Remplacer le texte existant du point g) de ce paragraphe, page 72, par le nouveau texte suivant:

g) Des précautions devraient être prises pour s'assurer que le faisceau laser ne soit pas dirigé par inadvertance sur des surfaces réfléchissantes (spéculaires) (et à plus forte raison sur des surfaces réfléchissantes planes).

Page 76

13.3 *Lasers modulés ou à impulsions répétitives*

Remplacer le texte existant du premier alinéa du paragraphe 13.3.1 par le nouveau texte suivant:

Les EMP pour des longueurs d'onde de 400 à 1400 nm sont déterminées en utilisant la plus restrictive des prescriptions a), b) et c) suivant le cas. Pour les autres longueurs d'onde, les EMP sont déterminées en utilisant la plus restrictive des prescriptions des points a) et b).

Remplacer le texte existant du point c) du paragraphe 13.3.1 par le nouveau texte suivant:

c) L'exposition à une impulsion quelconque comprise dans un train d'impulsions ne doit pas excéder l'EMP pour une impulsion unique multipliée par le nombre total d'impulsions prévues durant le temps d'exposition N , élevé à la puissance $-1/4$:

$$EMP_{\text{train}} = EMP_{\text{unique}} \times N^{-1/4}$$

où:

EMP_{train} = exposition à une impulsion quelconque comprise dans le train d'impulsions

EMP_{unique} = EMP pour une seule impulsion

N = nombre total d'impulsions durant le temps d'exposition

Supprimer le point d) existant du paragraphe 13.3.1

Supprimer intégralement les paragraphes 13.3.2 et 13.3.3

Page 78

Ajouter les nouveaux paragraphes suivants:

13.4 *Conditions de mesure*

De manière à évaluer l'exposition réelle, les conditions de mesure suivantes doivent être appliquées.

Page 6110.5 *Warning signs*

Replace the text of this sub-clause by the following:

The entrances to areas or protective enclosures containing Class 3B and Class 4 laser products should be posted with appropriate warning signs.

10.8 *Eye protection*

Replace the text of the first three lines of the second paragraph by the following:

Eye protection which is designed to provide adequate protection against specific laser radiations should be used in all hazard areas where Class 3B or Class 4 lasers are in use (see Clause 12). This requirement does not apply to Class 3B laser products with not more than five times the AEL of Class 2 in the wavelength range of 400 to 700 nm. Additional exceptions to this are:

Page 7112.6.2 *Class 3A laser products used for surveying, alignment and levelling*

Replace the text of item g) of this sub-clause, page 73, by the following:

- g) Precautions should be taken to ensure that the laser beam is not unintentionally directed at mirror-like (specular) surfaces (most importantly, at flat mirror-like surfaces).

Page 7713.3 *Repetitively pulsed or modulated lasers*

Replace the text of the first paragraph of Sub-clause 13.3.1 by the following:

The MPE for wavelengths 400 to 1400 nm is determined by using the most restrictive of requirements a), b) and c) as appropriate. For other wavelengths, the MPE is determined by using the most restrictive of requirements a) and b).

Replace the text of item c) of Sub-clause 13.3.1 by the following:

- c) The exposure from any single pulse within the train shall not exceed the MPE for a single pulse multiplied by the total number of pulses expected in an exposure N , raised to the minus 1/4 power:

$$MPE_{\text{train}} = MPE_{\text{single}} \times N^{-1/4}$$

where:

MPE_{train} = exposure from any single pulse in the train

MPE_{single} = MPE for a single pulse

N = number of pulses expected in an exposure

Delete item d) of Sub-clause 13.3.1

Delete Sub-clauses 13.3.2 and 13.3.3

Page 79

Add the following new sub-clauses:

13.4 *Measurement conditions*

In order to evaluate the actual exposure, the following measurement conditions shall be applied.

- 13.4.1 Les valeurs exprimées en unité d'éclairement énergétique ou d'exposition énergétique doivent être exprimées en valeur moyenne au travers d'un diaphragme de forme circulaire en fonction des ouvertures limites du tableau VI. Dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 1400 nm, une distance de mesure minimale de 100 mm doit être utilisée.
- 13.4.2 Pour les mesures de luminance ou de luminance intégrée, un diaphragme de forme circulaire ayant un diamètre de 7 mm doit être utilisé comme le montre la figure du paragraphe 8.2. L'angle effectif d'acceptance doit avoir le diamètre apparent limite (α_{\min}). Pour calculer la luminance ou la luminance intégrée, diviser la puissance ou l'énergie mesurée par la surface du diaphragme et l'angle solide d'acceptance.

IECNORM.COM · Click to view the full PDF of IEC 60825-1:1984/AMD1:1990

Without a watermark

13.4.1 The values expressed in irradiance or radiant exposure shall be averaged over a circular aperture stop according to the limiting apertures of Table VI. In the wavelength range of 400 to 1400 nm a minimum measurement distance of 100 mm shall be used.

13.4.2 For the measurement of radiance or integrated radiance, a circular aperture stop having a diameter of 7 mm shall be used as illustrated in the figure in Sub-clause 8.2. The effective angle of acceptance shall be the limiting angular subtense α_{\min} . To calculate the radiance or integrated radiance, divide the measured power or energy by the area of the aperture stop and the solid angle of acceptance.

IECNORM.COM · Click to view the full PDF of IEC 60825-1:1984/AMD1:1990

Withdrawn

Remplacer le tableau VI existant par le suivant:

TABEAU VI

Exposition maximale permise (EMP) au niveau de la cornée pour l'exposition oculaire directe au rayonnement laser (vision directe dans le faisceau) (voir figures 9 et 10, pages 91 à 93)

Longueur d'onde λ (nm)	Durée d'exposition t (s)	$< 10^{-9}$						$30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$							
		10^{-7} à 10^{-6}	10^{-6} à 10^{-5}	10^{-5} à 10^{-4}	10^{-4} à 10^{-3}	10^{-3} à 10^{-2}	10^{-2} à 10^{-1}	10^0 à 10^1	10^1 à 10^2	10^2 à 10^3	10^3 à 10^4				
180 à 302,5		$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$ à $1,8 \times 10^{-6}$
302,5 à 315		$3 \times 10^{10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_5 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_6 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_7 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_8 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_9 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{10} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{11} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{12} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{13} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
315 à 400		$3 \times 10^{10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_5 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_6 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_7 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_8 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_9 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{10} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{11} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{12} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{13} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
400 à 550		$3 \times 10^{10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_5 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_6 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_7 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_8 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_9 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{10} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{11} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{12} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_{13} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
550 à 700		$5 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$5 \times 10^{-3} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18,405 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
700 à 1050		$5 \times C_4 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$5 \times 10^{-3} \times C_4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$18 \times C_4^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
1050 à 1400		$5 \times 10^7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$5 \times 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$90 \times 10^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
1400 à 1530		$10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
1530 à 1550		$10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$1,0 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
1550 à 10 ⁶		$10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times 10^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$

(Voir notes page 86)

Le diamètre des diaphragmes limites doit être pour:

- 1 mm, $200 < \lambda < 400 \text{ nm}$
- 7 mm, $400 < \lambda < 1400 \text{ nm}$
- 1 mm, $1400 < \lambda < 10^5 \text{ nm}$
- 11 mm, $10^5 < \lambda < 10^6 \text{ nm}$

Note. - Pour le rayonnement laser à impulsions répétitives, utiliser les règles du paragraphe 13.3.

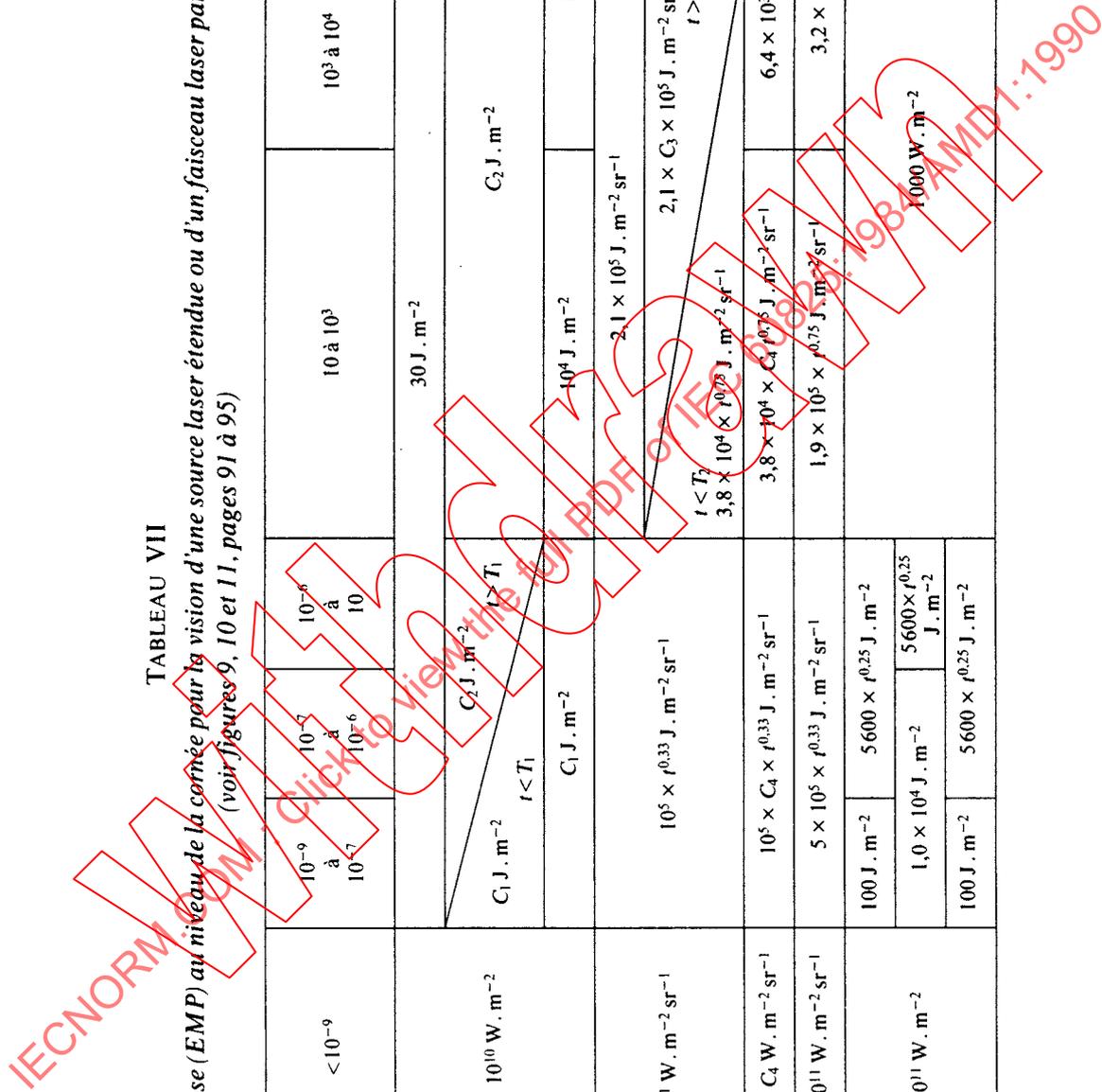
Remplacer le tableau VII existant par le suivant:

TABLEAU VII

Exposition maximale permise (EMP) au niveau de la cornée pour la vision d'une source laser étendue ou d'un faisceau laser par réflexion diffuse (voir figures 9, 10 et 11, pages 91 à 95)

Longueur d'onde λ (nm)	Durée d'exposition t (s)	$< 10^{-9}$	10^{-9} à 10^{-7}		10^{-6} à 10	10^3	10^3 à 10^4	10^4 à 3×10^4
			10^{-9} à 10^{-7}	10^{-7} à 10^{-6}				
180 à 302,5								
302,5 à 315		$3 \times 10^{10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$t > T_1$	$10^4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
315 à 400			$C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$t < T_1$			
400 à 550								
550 à 700		$10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$10^5 \times t^{0,33} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$			$2,1 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$2,1 \times C_3 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$21 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$
700 à 1050		$10^{11} \times C_4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$10^5 \times C_4 \times t^{0,33} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$					$21 \times C_3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$
1050 à 1400		$5 \times 10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$5 \times 10^5 \times t^{0,33} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$					
1400 à 1530		$10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times t^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$				
1530 à 1550			$1,0 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times t^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$				
1550 à 10^6			$100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 \times t^{0,25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$				

(Voir notes page 86)

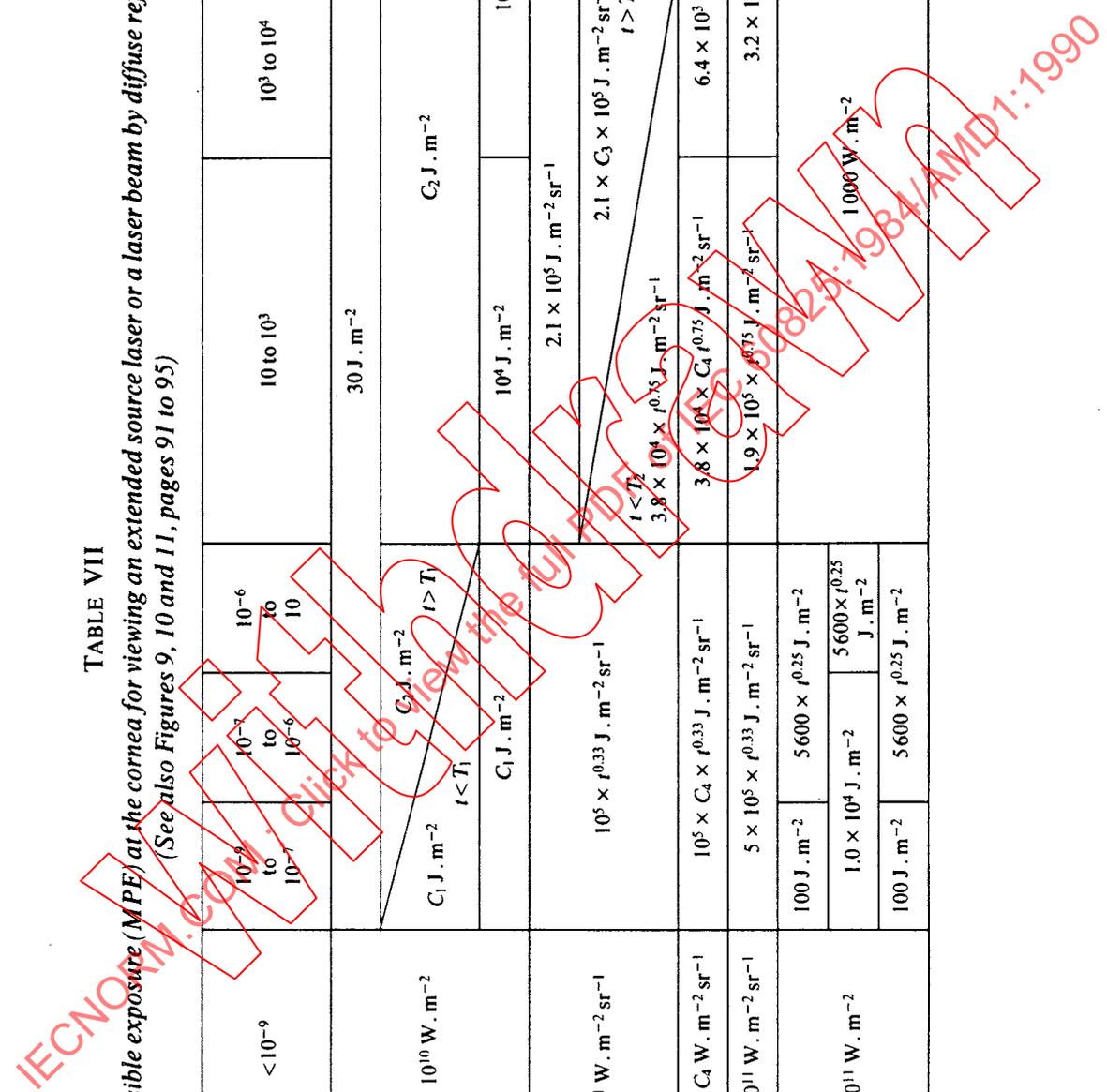


Replace Table VII by the following:

TABLE VII
Maximum permissible exposure (MPE) at the cornea for viewing an extended source laser or a laser beam by diffuse reflection
(See also Figures 9, 10 and 11, pages 91 to 95)

Wave-length λ (nm)	Exposure time t (s)	$< 10^{-9}$	10^{-7} to 10^{-6}		10^{-6} to 10	10 to 10^3	10^3 to 10^4	10^4 to 3×10^4
			$C_1 J \cdot m^{-2}$	$C_2 J \cdot m^{-2}$				
180 to 302.5						$30 J \cdot m^{-2}$		
302.5 to 315		$3 \times 10^{10} W \cdot m^{-2}$	$C_1 J \cdot m^{-2}$	$C_2 J \cdot m^{-2}$	$t > T_1$		$C_2 J \cdot m^{-2}$	
315 to 400			$C_1 J \cdot m^{-2}$		$t < T_1$	$10^4 J \cdot m^{-2}$		$10 W \cdot m^{-2}$
400 to 550						$2.1 \times 10^5 J \cdot m^{-2} sr^{-1}$		$21 W \cdot m^{-2} sr^{-1}$
550 to 700		$10^{11} W \cdot m^{-2} sr^{-1}$	$10^5 \times t^{0.33} J \cdot m^{-2} sr^{-1}$				$2.1 \times C_3 \times 10^5 J \cdot m^{-2} sr^{-1}$ $t > T_2$	$21 \times C_3 W \cdot m^{-2} sr^{-1}$
700 to 1050		$10^{11} \times C_4 W \cdot m^{-2} sr^{-1}$	$10^5 \times C_4 \times t^{0.33} J \cdot m^{-2} sr^{-1}$					
1050 to 1400		$5 \times 10^{11} W \cdot m^{-2} sr^{-1}$	$5 \times 10^5 \times t^{0.33} J \cdot m^{-2} sr^{-1}$					
1400 to 1530			$100 J \cdot m^{-2}$	$5600 \times t^{0.25} J \cdot m^{-2}$				
1530 to 1550		$10^{11} W \cdot m^{-2}$	$1.0 \times 10^4 J \cdot m^{-2}$	$5600 \times t^{0.25} J \cdot m^{-2}$				
1550 to 10^6			$100 J \cdot m^{-2}$	$5600 \times t^{0.25} J \cdot m^{-2}$				
								$10000 W \cdot m^{-2}$
								$3.2 \times 10^4 W \cdot m^{-2} sr^{-1}$

(See notes page 87)



Page 84

Remplacer le tableau VIII existant par le suivant:

TABLEAU VIII
*Exposition maximale permise (EMP) de la peau au rayonnement laser**
(voir figures 9 et 10, pages 91 à 93)

Longueur d'onde λ (nm)	Durée d'exposition t (s)	<10 ⁻⁹	10 ⁻⁹ à 10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ à 10	10 à 10 ³	10 ³ à 3 × 10 ⁴
		180 à 302,5	3 × 10 ¹⁰ W.m ⁻²	30 J.m ⁻²		
302,5 à 315	$C_1 J.m^{-2}$ $t < T_1$	$C_2 J.m^{-2}$ $t > T_1$		$C_2 J.m^{-2}$		
315 à 400	$C_1 J.m^{-2}$			10 ⁴ J.m ⁻²	10 W.m ⁻²	
400 à 1400	2 × 10 ¹¹ W.m ⁻²	200 J.m ⁻²	$1,1 \times 10^4 t^{0,25} J.m^{-2}$	2000 W.m ⁻²		
1400 à 10 ⁶	10 ¹¹ W.m ⁻²	100 J.m ⁻²	$5600 t^{0,25} J.m^{-2}$	1000 W.m ⁻²		

* Diaphragme limite = 1 mm pour $\lambda < 10^5$ nm et 11 mm pour $\lambda > 10^5$ nm

(Voir notes page 86)

Page 86

Notes sur les tableaux VI à VIII:

Supprimer intégralement le texte de la note 3 et renuméroter les deux autres notes.

A la fin de la nouvelle note 3 remplacer le texte existant par le nouveau texte suivant:

Note. — Pour $1050 \leq \lambda < 1400$ nm et pour $t < 5 \times 10^{-3}$ s, α_{min} est multiplié par un facteur de 1,4.

Dans la nouvelle note 4 remplacer « 200 à 302,5 signifie 200... » par « 180 à 302,5 signifie 180... ».

Page 85

Replace Table VIII by the following:

TABLE VIII
*Maximum permissible exposure (MPE) of skin to laser radiation**
 (See Figures 9 and 10, pages 91 to 93)

Wave-length λ (nm)	Exposure time t (s)	$<10^{-9}$	10^{-9} to 10^{-7}	10^{-7} to 10	10 to 10^3	10^3 to 3×10^4
180 to 302.5		$30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$				
302.5 to 315	$3 \times 10^{10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ $t < T_1$		$C_2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ $t > T_1$	$C_2 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	
315 to 400		$C_1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$			$10^4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
400 to 1400		$2 \times 10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$200 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$1.1 \times 10^4 t^{0.25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$2000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	
1400 to 10^6	$10^{11} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$5600 t^{0.25} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	$1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$		

* Limiting aperture = 1 mm for $\lambda < 10^5$ nm and 11 mm for $\lambda > 10^5$ nm

(See notes page 87)

Page 87

Notes to Tables VI to VIII:

Delete Note 3 (including the table) and renumber the last two notes.

Replace the text at the end of the new Note 3 by the following:

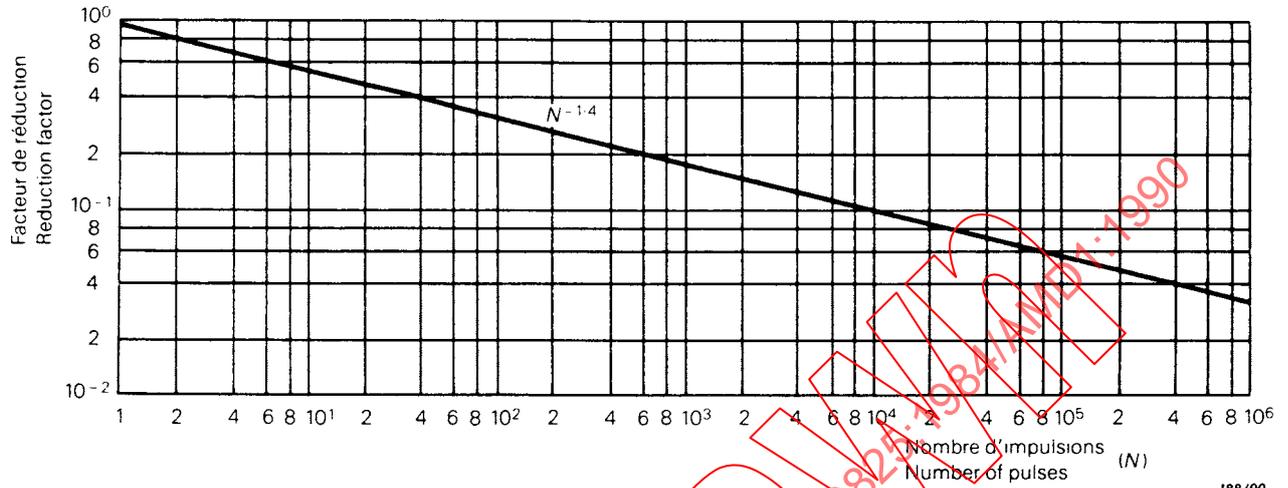
Note. — For $1050 \leq \lambda < 1400$ nm and for $t < 5 \times 10^{-5}$ s, α_{\min} is increased by a factor of 1.4.

In the new Note 4, replace “200 to 302.5 means 200...” by “180 to 302.5 means 180...”.

Page 90

Remplacer la figure 7 existante par la nouvelle figure suivante:

Replace Figure 7 by the following new figure:



188/90

**FIG. 7. — Réduction des EMP et LEA pour des lasers à impulsions répétitives et pour des expositions multiples par lasers à balayage.
Reduction of MPE and AEL for repetitively pulsed lasers and for multiple exposures from scanning lasers.**

Page 91

FIGURE 9b

Remplacer 200 nm par 180 nm.

Replace 200 nm by 180 nm.

Page 92

FIGURE 10a

Ajouter la note suivante à la courbe supérieure:

Add the following note to the upper curve:

Pour des durées de 10⁻⁹ à 10⁻⁶ s à des longueurs d'onde de 1530 à 1550 nm, l'EMP est 1 x 10⁴ J/m².

For durations of 10⁻⁹ to 10⁻⁶ s at wavelengths from 1530 to 1550 nm, the MPE is 1 x 10⁴ J/m².

Page 96

FIGURE 12b

Remplacer 200 nm par 180 nm.

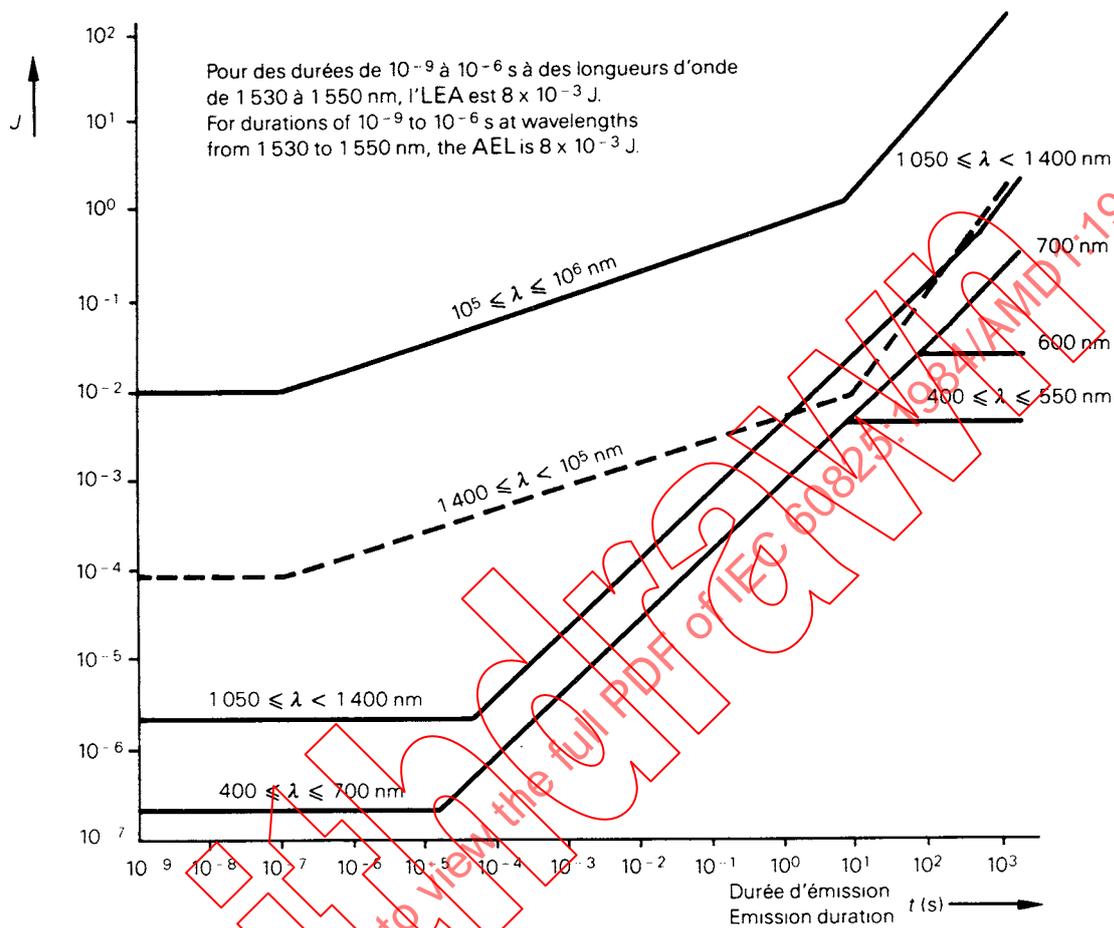
Replace 200 nm by 180 nm.

Page 97

FIGURE 13

Remplacer la figure 13 existante par la nouvelle figure suivante:

Replace Figure 13 by the following new figure:



Note. — Les LEA pour certains lasers à impulsions répétitives peuvent être inférieures à ces valeurs.
AEL for some repetitively pulsed lasers may be less than these values.

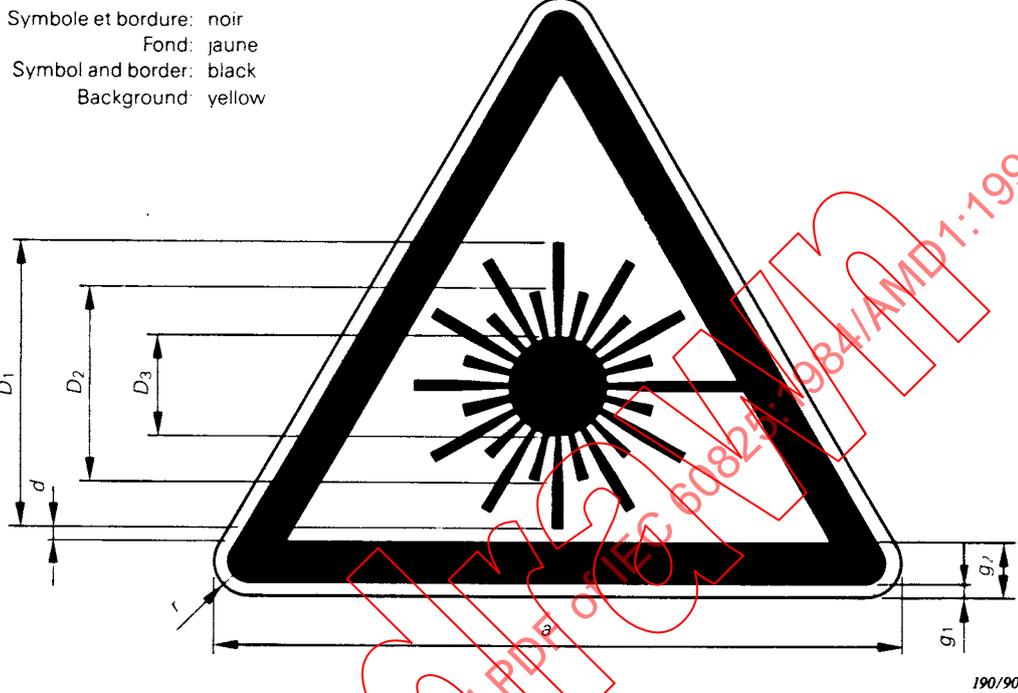
FIG. 13. — LEA pour appareils à laser à émission visible et infrarouge de classe 1.
AEL for Class 1 visible and infrared laser products.

Page 98

FIGURE 14

Remplacer la figure 14 existante par la nouvelle figure suivante:

Replace Figure 14 by the following new figure:



Toutes les dimensions en millimètres

All dimensions in millimetres

a	g_1	g_2	r	D_1	D_2	D_3	d
25	0,5	1,5	1,25	10,5	7	3,5	0,5
50	1	3	2,5	21	14	7	1
100	2	6	5	42	28	14	2
150	3	9	7,5	63	42	21	3
200	4	12	10	84	56	28	4
400	8	24	20	168	112	56	8
600	12	36	30	252	168	84	12

Les dimensions D_1 , D_2 , D_3 , g_1 et d sont des valeurs recommandées.
 The dimensions D_1 , D_2 , D_3 , g_1 and d are recommended values.

FIG. 14. — Plaque d'avertissement — Symbole de danger.
 Warning label — Hazard symbol.

Page 99

FIGURE 15

Ajouter le texte suivant sous le tableau:

Add the following text below the table:

La dimension g_1 est recommandée.
 The dimension g_1 is recommended.

— Page blanche —

— Blank page —

IECNORM.COM · Click to view the full PDF of IEC 60825-1:1984/AMD1:1990
Withdrawn

Page 100

ANNEXE A – EXEMPLES DE CALCUL

Symboles utilisés dans les formules de cette annexe

Ajouter les nouveaux symboles suivants:

- LEA = Limite d'émission accessible ($W, J, W \cdot m^{-2}$ ou $J \cdot m^{-2}$).
- EMP = Exposition maximale permise ($W \cdot m^{-2}$ ou $J \cdot m^{-2}$).
- ON = Ouverture numérique, sinus du demi-angle défini par une diminution de l'éclairement énergétique à 5%.
- ON_m = Caractéristique d'ouverture numérique de l'objectif de microscope utilisé pour focaliser un faisceau parallèle en source ponctuelle.
- r_f = Distance minimale de mesure utilisée pour la mesure de l'EMP dans le cas de la vision dans le faisceau (voir 8.2 g);
r_f = 100 mm pour la gamme de longueurs d'onde de 400 à 1400 nm.
- α_f = Angle sous lequel la source apparente de rayonnement est vue par l'œil de l'observateur à une distance de r_f = 100 mm.

Page 106

**SECTION C – EXPOSITIONS MAXIMALES PERMISES (EMP) –
SYSTÈMES À IMPULSIONS RÉPÉTITIVES**

Exemple C.1:

Remplacer le texte existant du deuxième alinéa jusqu'à la fin du point a) par le nouveau texte suivant:

Comme le laser émet dans la partie visible du spectre, la durée d'exposition sera limitée par le réflexe palpébral à 0,25 s, avec un nombre total de $N = 2,5 \times 10^5$ impulsions pendant ce temps:

a) Le facteur de correction $N^{-1/4} = 0,0447$ (voir figure 7, page 90) est applicable et une impulsion unique réduite pour l'EMP doit être calculée par la formule indiquée au paragraphe 13.3:

$$EMP_{\text{unique}} = 5 \times 10^{-3} J \cdot m^{-2} \text{ (pour une impulsion de } 10^{-8} \text{ s, d'après le tableau VI)}$$

$$EMP_{\text{train}} = 0,0447 \times 5 \times 10^{-3} J \cdot m^{-2} = 2,24 \times 10^{-4} J \cdot m^{-2} \text{ (EMP réduite).}$$

Exemple C.2:

Remplacer le texte existant après les deux premiers alinéas jusqu'au bas de la page 106 par le nouveau texte suivant:

Une estimation raisonnable de la probabilité de durée d'exposition dangereuse peut être fixée à 10 s, donnant $N = 200$ impulsions pendant ce temps.

a) L'éclairement énergétique moyen limite pour une exposition de 10 s est de $50 W \cdot m^{-2}$ (voir tableau VI).

b) Le facteur de correction $N^{-1/4} = 0,266$ (voir figure 7) est applicable et une impulsion unique réduite pour l'EMP doit être calculée par la formule indiquée au paragraphe 13.3:

$$EMP_{\text{unique}} = 0,506 J \cdot m^{-2} \text{ (pour une impulsion de 1 ms de durée, d'après le tableau VI)}$$

$$EMP_{\text{train}} = 0,266 \times 0,506 J \cdot m^{-2} = 0,135 J \cdot m^{-2} \text{ (impulsion unique réduite pour l'EMP).}$$

Page 101

APPENDIX A — EXAMPLES OF CALCULATIONS

Symbols used in the formulas of this appendix

Add the following new symbols:

- AEL = Accessible emission limit (W, J, $W \cdot m^{-2}$ or $J \cdot m^{-2}$).
- MPE = Maximum permissible exposure ($W \cdot m^{-2}$ or $J \cdot m^{-2}$).
- NA = Numerical aperture, sine of the half angle defined by a decrease of the irradiance to 5%.
- NA_m = Numerical aperture specification of the microscope objective used for focusing a parallel beam to a point source.
- r_f = Minimum measurement distance used for the MPE measurement in the case of intrabeam viewing (see 8.2 g));
r_f = 100 mm for the wavelength range of 400 to 1400 nm.
- α_f = Angle at the eye subtending the apparent source of radiation at a distance of r_f = 100 mm.

Page 107

SECTION C — MAXIMUM PERMISSIBLE EXPOSURES (MPE) — REPETITIVELY-PULSED SYSTEMS

Example C.1:

Replace the text of the second paragraph up to and including item a) by the following:

As the laser is operating in the visible part of the spectrum, the exposure duration will be limited by the blink reflex to 0.25 s, with a total number of $N = 2.5 \times 10^5$ pulses during that time:

- a) The correction factor $N^{-1/4} = 0.0447$ (see Figure 7, page 90) has to be applied and a reduced single-pulse MPE must be calculated from the formula given in Sub-clause 13.3:

$$MPE_{\text{single}} = 5 \times 10^{-3} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (for a pulse width of } 10^{-8} \text{ s, from Table VI)}$$

$$MPE_{\text{train}} = 0.0447 \times 5 \times 10^{-3} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} = 2.24 \times 10^{-4} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (reduced MPE).}$$

Example C.2:

Replace the text after the first two paragraphs as far as the bottom of page 107 by the following:

A reasonable estimate of a hazardous chance exposure time can be taken as 10 s, giving $N = 200$ pulses during that time.

- a) The average irradiance limit for a 10 s exposure is found to be $50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (see Table VI).

- b) The correction factor $N^{-1/4} = 0.266$ (see Figure 7) is to be used and a reduced single-pulse MPE shall be calculated from the formula given in Sub-clause 13.3:

$$MPE_{\text{single}} = 0.506 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (for a pulse of 1ms duration, from Table VI)}$$

$$MPE_{\text{train}} = 0.266 \times 0.506 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} = 0.135 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (reduced single-pulse MPE).}$$

Page 108

SECTION D — DISTANCE NOMINALE DE RISQUE OCULAIRE (DNRO)

Remplacer le texte existant du troisième alinéa par le nouveau texte suivant:

Si I n'est pas connu et ne peut être mesuré, la valeur de P_0 de l'équation (1) précédente sera majorée par un facteur 2,5 pour les systèmes laser dont on sait qu'ils ont une structure de faisceau multimode.

Page 118

Ajouter la nouvelle section E suivante:

SECTION E — LIMITES D'ÉMISSION ACCESSIBLE POUR DES SOURCES DE TYPE PONCTUEL À FAISCEAU DIVERGENT

On est en présence de conditions de vision dans le faisceau lorsque les conditions de vision d'une source étendue ne sont pas remplies, c'est-à-dire lorsque la source apparente (par exemple col du faisceau) qui forme l'image rétinienne apparaît sous un angle α n'excédant pas le diamètre apparent limite α_{\min} à une distance minimale de 100 mm. Des exemples de telles sources sont les faisceaux laser (collimatés ou focalisés), des faisceaux passant par une petite ouverture, les extrémités de fibres optiques ou la surface émettrice d'un laser à semi-conducteur.

Dans la gamme de longueurs d'onde de 700 à 1400 nm, une base de temps de 100 s doit être utilisée pour des lasers de la classe 3A. Pour les lasers de la classe 1, une base de temps de 1 000 s ou 30 000 s, selon le cas, doit être utilisée.

Exemple E.1:

Transmission par fibre optique à saut d'indice, diamètre du cœur 100 μm (source apparente), $ON = 0,3$, longueur d'onde 850 nm, fonctionnement en mode continu. Quelle est la puissance de sortie maximale permise (LEA) en classe 1?

Comme $\alpha_r < \alpha_{\min}$, c'est une situation de vision dans le faisceau et la source est considérée comme une source ponctuelle:

$$\alpha_r = 0,1 \text{ mm} / 100 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\alpha_{\min} = 24 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

La dualité des limites de la classe 1 (voir le point *d*) du paragraphe 9.3 et le tableau I) n'entraîne que la mesure de la puissance rayonnée ou de l'énergie rayonnée. La base de temps de 1 000 s utilisée pour la détermination de la LEA conduit à:

Puissance maximale permise (classe 1, 850 nm, 1 000 s): 0,24 mW (en mode continu).

Ce nombre se réfère à la puissance totale rayonnée. En cas de transmission numérique avec un rapport cyclique de 50%, la puissance d'une seule impulsion du train peut atteindre deux fois la puissance continue dérivée ci-dessus (suivant les caractéristiques du train d'impulsions, voir lasers à impulsions répétitives, paragraphe 9.4.1, avec un temps d'émission de 1 000 s).

Du fait que la LEA de la classe 1 est déterminée uniquement à partir de la puissance totale, toutes les sources ponctuelles de la classe I sont limitées à 0,24 mW en mode continu à 850 nm. A 1 300 nm, la limite est 0,6 mW; à 1 550 nm, la limite est de 0,8 mW.

Exemple E.2:

Transmission par fibre optique à gradient d'indice, diamètre du cœur 50 μm , $ON = 0,2$, longueur d'onde 850 nm, fonctionnement en mode continu. Quelle est la puissance de sortie maximale permise en classe 3A?

Page 109**SECTION D — NOMINAL OCULAR HAZARD DISTANCE (NOHD)**

Replace the text of the third paragraph by the following:

If I is not known and cannot be measured, the value for P_0 in equation (1) above should be increased by 2.5 for laser systems known to have a multi-mode beam structure.

Page 119

Add the following new section:

**SECTION E — ACCESSIBLE EMISSION LIMITS FOR DIVERGING-BEAM,
POINT-TYPE SOURCES**

Intrabeam viewing conditions exist whenever the conditions of extended source viewing are not met, i.e. whenever the apparent source (e.g. beam waist) forming the retinal image appears at an angle α not larger than the limiting angular subtense α_{\min} at a minimum distance of 100 mm. Examples of such sources are laser beams (collimated or focused), beams through a small aperture, optical fibre tips or the emitting surface of a semiconductor laser.

In the wavelength range of 700 to 1400 nm, a time base of 100 s shall be used for lasers of Class 3A. For lasers of Class 1, a time base of 1000 s or 30000 s, as applicable, shall be used.

Example E.1:

Fibre-optic transmitter with step-index fibre output, core diameter 100 μm (apparent source), NA = 0.3, wavelength 850 nm, CW operation. What is the maximum allowed output power (AEL) in Class 1?

Because $\alpha_f < \alpha_{\min}$, this is an intrabeam viewing situation and the source is considered a point source:

$$\alpha_f = 0.1 \text{ mm} / 100 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\alpha_{\min} = 24 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

Class 1 dual limits (see item *d*) of Sub-clause 9.3 and Table I) require the measurement of the radiant power or radiant energy only. The time base of 1000 s used for the determination of the AEL leads to:

Maximum allowed power (Class 1, 850 nm, 1000 s): 0.24 mW (CW).

This number refers to the total radiated power. In the case of a digital transmission with a duty cycle of 50%, the pulse power of a single pulse in the train may be up to twice the CW power derived above (depending on the characteristics of the pulse train, see repetitively pulsed lasers, Sub-clause 9.4.1, with an emission duration of 1000 s).

Due to the AEL in Class 1 being determined by the total power only, all Class 1-point sources are limited to 0.24 mW CW at 850 nm. At 1300 nm, the limit is 0.6 mW; at 1550 nm, the limit is 0.8 mW.

Example E.2:

Fibre-optic transmitter with graded-index fibre, core diameter 50 μm , NA = 0.2, wavelength 850 nm, CW operation. What is the maximum allowed output power for Class 3A?

Comme dans l'exemple E1, on est en présence de conditions de vision dans le faisceau et la source peut être considérée comme une source ponctuelle à faisceau divergent. La base de temps de 100 s est utilisée pour déterminer la LEA de la classe 3A. Les sources ponctuelles de classe 3A de 850 nm de longueurs d'onde doivent être essayées en ce qui concerne la puissance ou l'énergie totale rayonnée et en ce qui concerne l'éclairement énergétique ou l'exposition énergétique à une distance de 100 mm (voir 8.2 g)). Les résultats de mesure ne doivent dépasser aucune des LEA du tableau III (en utilisant une base de temps de 100 s).

Dans le cas d'une fibre à gradient d'indice, l'éclairement énergétique maximal accessible (LEA, dernières lignes du tableau III) à une distance r_f est lié à la puissance maximale permise P_{\max} par:

$$P_{\max} \text{ (ou } Q_{\max}) = \pi r_f^2 ON^2 \text{ LEA}$$

Les 2 LEA (classes 3A, 850 nm, 100 s): 2,2 mW et 11,4 Wm⁻²

Les 2 LEA en terme de puissance optique: 2,2 mW et 7,16 mW

Puissance maximale permise pour la classe 3A: 2,2 mW (en mode continu)

Dans le cas de la transmission numérique avec un rapport cyclique de 50%, la puissance d'une seule impulsion du train peut atteindre deux fois la puissance en continu, pourvu que les caractéristiques du train d'impulsions remplissent les conditions du paragraphe 9.4.1.

Exemple E.3:

Transmission par fibre optique à saut d'indice. Dans ce cas, l'éclairement énergétique maximal accessible (LEA) à une distance r_f est lié à la puissance totale permise P_{\max} pour la classe 3A par la formule ci-dessous. Ici encore, la limite de puissance totale du tableau III ne doit pas non plus être dépassée.

$$P_{\max} \text{ (ou } Q_{\max}) = 0,5 \pi r_f^2 ON^2 \text{ LEA}$$

Exemple E.4:

Transmission par fibre optique monomode, diamètre du cœur 10 μm, ON = 0,1, longueur d'onde 1300 nm, fonctionnement en mode continu. Quelle est la puissance de sortie maximale permise en classe 3A?

Une fibre monomode émet un rayon qui est presque Gaussien. Dans ce cas, l'éclairement énergétique maximal accessible (LEA, lignes inférieures du tableau III) à une distance r_f et la puissance totale permise P_{\max} sont liés par la formule ci-dessous. Comme dans les autres formules, l'ON est définie par une diminution de l'éclairement énergétique à 5%, et non par le 1/e² habituel pour la largeur de faisceau. La formule ne s'applique qu'aux faisceaux légèrement divergents, jusqu'à une ON = 0,2 environ:

$$P_{\max} \text{ (ou } Q_{\max}) = 1,05 ON^2 r_f^2 \text{ LEA}$$

Les 2 LEA (classes 3A, 1300 nm, 100 s): 5,7 mW et 28,5 Wm⁻²

Les 2 LEA en terme de puissance optique: 5,7 mW et 2,99 mW

Puissance maximale permise pour la classe 3A: 2,99 mW (en mode continu)

A 1550 nm, la mesure d'éclairement énergétique doit être faite au point d'éclairement énergétique maximal accessible; la distance de mesure est nulle. Avec une LEA de 1000 Wm⁻² et une ouverture moyenne de 1 mm, une source de classe 3A émettant par l'intermédiaire d'une fibre monomode peut émettre 0,785 mW en mode continu. 3 mW sont permis si des moyens mécaniques empêchent l'accès à moins de 16,9 mm. Dans le cas d'une transmission numérique avec un rapport cyclique de 50%, la puissance d'une seule impulsion du train peut atteindre deux fois la puissance en continu pourvu que les caractéristiques du train d'impulsions remplissent les conditions du paragraphe 9.4.1.