

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Photobiological safety of lamps and lamp systems –
Part 5: Image projectors**

**Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes –
Partie 5: Projecteurs d'images**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Photobiological safety of lamps and lamp systems –
Part 5: Image projectors**

**Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes –
Partie 5: Projecteurs d'images**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.140.01; 31.260

ISBN 978-2-8322-5353-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 General	15
4.1 Basis for risk groups	15
4.2 Example applications	15
4.2.1 RG0 / RG1 projectors	15
4.2.2 RG2 projectors	15
4.2.3 RG3 projectors	15
4.3 Projector lamps.....	15
4.4 Assessment criteria (background)	16
5 Risk group determination.....	16
5.1 Test conditions	16
5.2 Measurement conditions for image projectors	17
5.2.1 Measurement throw ratio	17
5.2.2 Measurement distance.....	17
5.3 The position and size of apparent source, the calculation of angular subtense.....	17
5.4 Measurement of irradiance – specified apertures	18
5.5 Measurement of radiance.....	18
5.6 Accessible emission limits.....	19
5.6.1 For CW emission	19
5.6.2 For pulsed emission.....	20
5.6.3 Spectral weighting functions	21
5.7 Applying information from the lamp manufacturers	23
5.7.1 General	23
5.7.2 Limits provided in irradiance/radiant exposure	23
5.7.3 Limits provided in radiance or radiance dose	23
6 Manufacturer's requirements	23
6.1 General.....	23
6.2 Determination of HD (hazard distance)	24
6.3 Safety feature "soft start"	24
6.4 Optional safety features	24
6.4.1 Projection of warning message	24
6.4.2 Power reduction by sensor system.....	24
6.5 Labelling on products.....	24
6.5.1 General	24
6.5.2 RG0 projector	25
6.5.3 RG1 projector	25
6.5.4 RG2 projector	26
6.5.5 RG3 projector	27
6.6 User information	27
6.6.1 General	27
6.6.2 Assessment of user accessible area	28

6.6.3	User information (user manual).....	28
6.6.4	User information for maintenance	29
6.7	Labelling and user information for image projectors where the risk group will be changed by interchangeable lens	29
6.7.1	General	29
6.7.2	Labelling on the projector	30
6.7.3	Mark on the interchangeable lens	31
6.7.4	The user information in the user manual of the projector.....	31
6.7.5	The user information in the user manual of the interchangeable lens	32
7	Information for service	32
Annex A (normative)	Test scheme for lamp types	33
Annex B (informative)	Example of calculations.....	34
B.1	Radiance calculations	34
B.1.1	General	34
B.1.2	Calculation from measured irradiance.....	34
B.1.3	Calculation from luminous output	35
B.2	Calculation example of risk group (CW)	36
B.2.1	Example of a 5 000 lm projector	36
B.2.2	10 000 lm professional-use projector with an apparent source of small subtense angle (CW)	38
B.2.3	2 000 lm projector with small apparent source (CW)	39
B.3	Calculation example of risk group (pulsed emission)	40
B.3.1	General	40
B.3.2	14 000 lm projector with one peak	40
B.3.3	14 000 lm projector with two peaks	43
Annex C (informative)	Example of intra-beam of projector sources with millimetre scale.....	46
Annex D (informative)	Measurement distance	47
Annex E (informative)	Hazard distance as a function of modifying optics	49
Bibliography		50
Figure 1	– Exit pupil in projector	10
Figure 2	– Examples of the application of the definition of pulse duration.....	12
Figure 3	– Definition of throw ratio	14
Figure 4	– Diameter of the apparent source	17
Figure 5	– RG1 label (optional)	25
Figure 6	– RG2 label.....	26
Figure 7	– RG2 caution symbol	26
Figure 8	– Sample design of RG2 caution pictogram	26
Figure 9	– RG3 label.....	27
Figure 10	– Optical radiation warning symbol.....	27
Figure 11	– "Not for household use" symbol.....	27
Figure 12	– RG2 label with the caution for RG3	30
Figure 13	– RG2 caution label with the caution for RG3	30
Figure 14	– RG2 pictogram with the caution for RG3	31
Figure B.1	– Image of the apparent source and measurement condition.....	36

Figure B.2 – Picture of the apparent source of a projector at the exit pupil of the projection lenses with a scale	36
Figure B.3 – Example with one peak of pulsed emission	41
Figure B.4 – Example with two peaks of pulsed emission	43
Figure C.1 – Examples of intra-beam images of projector sources with millimetre scale	46
Figure E.1 – Hazard distance as a function of modifying optics (example)	49
Table 1 – Measurement criteria — field of view (angles of acceptance) for CW source	19
Table 2 – Measurement criteria — field of view (angles of acceptance) for pulsed source	19
Table 3 – AEL (accessible emission limits) for risk groups of lamps and lamp systems emitting CW optical radiation	19
Table 4 – Time base values associated with the risk groups and hazards	20
Table 5 – Basic retinal thermal emission limit	20
Table 6 – The values of C_5 and α for AEL calculation	21
Table 7 – Pulse duration dependent values of $\alpha_{\max}$	21
Table 8 – Spectral weighting functions $B(\lambda)$ and $R(\lambda)$ for assessing retinal hazards	22
Table 9 – Labelling on products	25
Table 10 – User information in user manual	28
Table A.1 – Required evaluations	33

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62471-5:2015

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PHOTOBIOLOGICAL SAFETY OF LAMPS AND LAMP SYSTEMS –

Part 5: Image projectors

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62471-5 has been prepared by IEC technical committee 76: Optical radiation safety and laser equipment.

This bilingual version (2018-02) corresponds to the monolingual English version, published in 2015-06.

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

FDIS	Report on voting
76/519/FDIS	76/521/RVD

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

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

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

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62471-5:2015

INTRODUCTION

Most lamps and lamp systems are safe and do not pose photobiological risks except under unusual exposure conditions. This also is the case for optical image projectors where experience shows that even high power cinema projectors may be safe for accidental momentary viewing and can only under some conditions pose optical hazards at close distances or for intentional 'long-duration' staring into the source. The rapid development of solid-state and other lamps or lamp systems has permitted new projector products, and generated the need for a photobiological safety standard for this group of lamp systems.

Optical radiation hazards from all types of lamps and lamp systems are currently assessed by the application of IEC 62471:2006 (CIE S 009:2002), *Photobiological safety of lamps and lamp systems*. IEC 62471 covers LEDs, incandescent, low- and high-pressure gas-discharge, arc and other lamps. Following the concept of vertical standards, the risk group classification system in IEC 62471 for lamps is to be adapted for specific product groups such as image projectors.

This part of IEC 62471 provides a risk group classification system for image projectors, and measurement conditions for optical radiation emitted by image projectors. It includes manufacturing requirements that may be required as a result of an image projector system being assigned to a particular risk group. Therefore, this part of IEC 62471 provides safety requirements for lamp systems that are intended to produce projected visible optical radiation, such as theatre projectors, data projectors and home-use projectors. The assigned risk group of a projector product also may be used by projector manufacturers to assist with any risk assessments, e.g. for occupational exposure in workplaces. National requirements may exist for the assessment of products or occupational exposure.

The emission limits provided in this part of IEC 62471 are derived from the exposure limits specified by ICNIRP in their 2013 Guidelines for incoherent visible and infrared radiation [1]¹. These exposure limits are also the basis for the emission limits to be specified in the future International Standard IEC 62471-12.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

² Revision of IEC 62471:2006.

PHOTOBIOLOGICAL SAFETY OF LAMPS AND LAMP SYSTEMS –

Part 5: Image projectors

1 Scope

This part of IEC 62471 provides requirements regarding photobiological safety of the optical radiation emitted by image projectors. This part of IEC 62471 does not deal with other hazards such as electrical, mechanical or fire hazards.

This part of IEC 62471 provides requirements regarding:

- optical radiation safety assessment of image projectors;
- projector risk groups;
- testing conditions and measurement conditions;
- manufacturer's requirements including user information.

The scope of this part of IEC 62471 is photobiological safety of image projectors including the emissions from laser-illuminated projectors that fulfill the requirements as specified in IEC 60825-1:2014, 4.4 and for which visible light emission has been excluded from classification in IEC 60825-1.

This part of IEC 62471 does not address safety requirements for laser display products where collimated laser beams — generally scanned — are employed. It does address those laser-illuminated projectors that employ a laser source to illuminate, for example, a micro-electro-mechanical system (MEMS) without scanned beams or crystal-based display projector system.

NOTE Image projectors containing lasers are subject to those provisions of IEC 60825-1 applicable to the embedded laser. See IEC 60825-1:2014, 4.4 for which visible light emission has been excluded from the laser product classification.

This part of IEC 62471 includes projectors for only visible image projection and does not include ultraviolet (UV) projectors, infrared (IR) projectors, general lighting service (GLS) lamps (GLS; defined in IEC 62471) or projector lamp systems used for general lighting, which are treated in separate International Standards.

2 Normative references

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

IEC 62471, *Photobiological safety of lamps and lamp systems*

IEC 60825-1:2014, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60065, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62471, IEC 60050-845 [2] and the following apply.

3.1

accessible emission

AE

level of radiation determined at a certain distance from the product and with measurement conditions described in Clause 5

Note 1 to entry: The accessible emission is compared with the AEL (see 3.2) to determine the risk group of the product.

3.2

accessible emission limit

AEL

maximum accessible emission permitted within a particular risk group

3.3

angle of acceptance

γ

plane angle within which a detector will respond to optical radiation

Note 1 to entry: The angle of acceptance is usually measured in radians (SI unit).

Note 2 to entry: This angle of acceptance may be controlled by apertures or optical elements in front of the detector. The angle of acceptance is also sometimes referred to as the field of view (see 3.12).

Note 3 to entry: The angle of acceptance should not be confused with the angular subtense of the source (see 3.4) or the beam divergence.

3.4

angular subtense

α

visual angle subtended by the apparent source at the eye of an observer or at the point of measurement

Note 1 to entry: In this part of IEC 62471, subtended angles are denoted by the full included angle, not the half angle.

Note 2 to entry: SI unit: radian.

Note 3 to entry: The angular subtense α may be modified by incorporation of lenses and mirrors as projector optics, i.e. the angular subtense of the apparent source may differ from the angular subtense of the physical source.

Note 4 to entry: The limitations of α in this part of IEC 62471 are:

For continuous wave: $\alpha_{\max} = 0,1$ rad, $\alpha_{\min} = 0,001\ 5$ rad.

For pulsed emission: $\alpha_{\max}$ is described in Table 7, $\alpha_{\min} = 0,001\ 5$ rad.

3.5

cinema-use projector

image projector used for projection in theatrical environment

3.6

consumer product

item intended for consumers or likely to be used by consumers, even if not intended for them

Note 1 to entry: Products provided in the framework of a service to consumers are also considered to be consumer products.

Note 2 to entry: RG3 products are intended for professional use only, and are not intended for consumer use.

3.7 continuous wave emission CW emission

emission of a projector which can be considered continuous when the output is continuous for times greater than 0,25 s and the peak radiated power is not higher than 1,5 times the average radiated power

3.8 data projector

image projector system using digital imager(s) routinely employed in offices, meetings and sales presentations

Note 1 to entry: Examples of data imager are MEMS and liquid crystal based display.

3.9 exit pupil

image of the aperture stop which also functions as a virtual aperture of the projection lens

Note 1 to entry: The position of the apparent source is located at the apparent position of the exit pupil (see Figure 1).

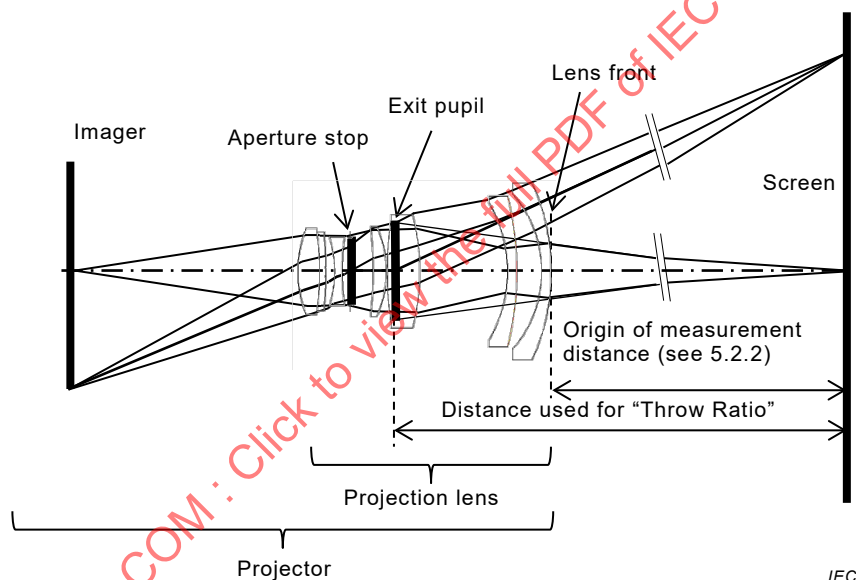


Figure 1 – Exit pupil in projector

3.10 exposure limit EL

maximum level of exposure of optical radiation to the eye or skin that is not expected to result in adverse biological effects

Note 1 to entry: These ELs are used to determine hazard distances with respect to photobiological effects.

3.11 exposure to limit ratio ELR

ratio of the exposure level and the exposure limit

Note 1 to entry: Since both values can be functions of distance and exposure duration, the ELR can depend on exposure distance and exposure duration.

3.12**field of view** γ

solid angle as "seen" by the detector (acceptance angle), for example of a radiometer or spectroradiometer, out of which the detector receives radiation

Note 1 to entry: SI unit: steradian (sr).

Note 2 to entry: The field of view should not be confused with the angular subtense of the apparent source, α .

Note 3 to entry: A plane angle is sometimes used to describe a circular symmetric solid angle field of view.

Note 4 to entry: The field of view is sometimes referred to as angle of acceptance (see 3.3).

3.13**fixed projector installation**

projector installed permanently or semi-permanently in a fixed location

EXAMPLE A cinema-use projector mounted in an operating booth.

3.14**hazard distance****HD**

distance from the projector's nearest point of human access, where the beam radiance or irradiance exceeds the applicable exposure limit (EL: see 3.10)

Note 1 to entry: The hazard distance for a projector is determined by the EL for a 0,25 s exposure. This also is the time base of the accessible emission limit of RG2.

3.15**home-use projector**

image projector used for audio-visual presentations in the domestic environment under non-controlled conditions and non-professional use

3.16**image projector product**

member of the family of products that includes all types of image projectors such as data projectors (see 3.8), home-use projectors (see 3.15) and cinema-use projectors (see 3.5)

3.17**intended use**

usage of a product, process or application in accordance with specifications, instructions and information provided by the manufacturer or supplier

3.18**lamp**

electrically powered device emitting optical radiation in the wavelength range between 200 nm and 3 000 nm, with the exception of direct, non-diffuse laser radiation

3.19**lamp system**

electrically operated product incorporating lamp(s), including fixtures, projection optics and incorporated electrical or electronic components as intended by the manufacturer

Note 1 to entry: A lamp system can include diffusers, enclosures and/or beam modifying optics. An image projector (see 3.16) is a type of lamp system.

3.20**laser illuminated projecting system****LIP system**

projection lamp system emitting visible diffused light as a result of laser light source(s) in order to replace traditional projector lamps

3.21

light emitting diode

LED

solid-state lamp device embodying a p-n junction, emitting incoherent optical radiation when excited by an electric current

3.22

liquid-crystal display projector

LCD projector

projector employing an LCD digitized image panel that is projected by the system

3.23

micro-electro-mechanical system based imager

MEMS based imager

micro-electro-mechanical system with electro-optical arrays of micro-mirrors

3.24

modifying optics

optical components that process the light, such as filters, lenses and reflectors, which change the characteristics of the optical radiation from the initial light source when incorporated into an image projector (see 3.16)

3.25

projector

optical system using reflection and/or refraction to increase the luminous intensity within a limited solid angle

Note 1 to entry: The light emitted into a limited solid-angle is generally referred to as the “beam”.

Note 2 to entry: The emitted beam is intended to be incident on a screen or some other diffuse surface such as a house or room wall.

3.26

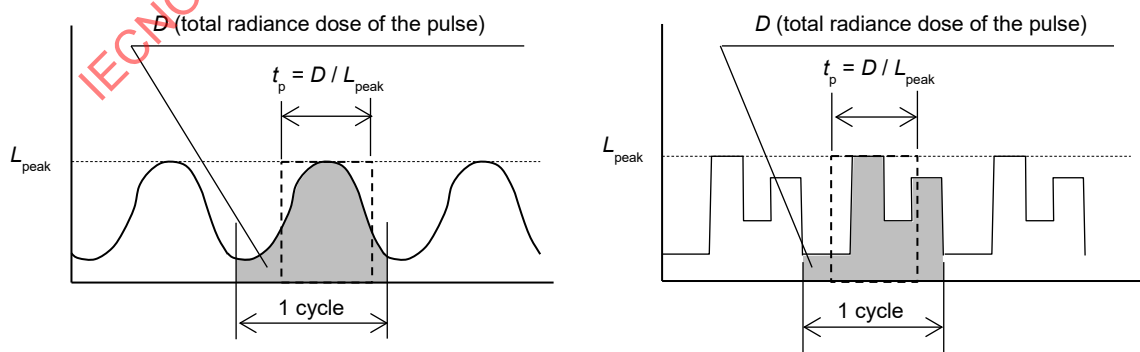
projector lamp

lamp in which the luminous element is mounted in such a way that the lamp may be used with an optical system to project the light in chosen directions

3.27

pulse duration

t_p
time increment calculated by D/L_{peak} where D is the total radiance dose of the pulse and L_{peak} is the peak radiance of that pulse (see Figure 2)



IEC

Figure 2 – Examples of the application of the definition of pulse duration

Note 1 to entry: Unit: second (s).

Note 2 to entry: For a pulse that has a triangular or rectangular temporal emission shape, this definition of pulse duration is identical to the full-width-half-maximum (FWHM) definition.

Note 3 to entry: A rectangular pulse, shown with dashed borders in Figure 2, with the pulse duration t_p has the same radiance dose and peak radiance as the actual pulse.

3.28

pulsed emission

emission in the form of a single pulse or a train of pulses where each pulse is assumed to have a duration of less than 0,25 s

Note 1 to entry: Pulsed emission refers to a product with a continuous train of pulses or modulated radiant energy where the peak radiated power is at least 1,5 times higher than the average radiated power.

3.29

radiance

L

quantity defined by the formula

$$L = d\Phi / (dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega)$$

in a given direction at a given point of a real or imaginary surface,

where

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

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

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

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

3.30

radiance dose

D

time integrated radiance quantity defined by the equation

$$D = dQ_e / (dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega)$$

where

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

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

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

Note 1 to entry: SI unit: joule per square metre per steradian ($\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$).

Note 2 to entry: Equivalent term: "(time) integrated radiance".

3.31

restricted area

area where an engineering and/or administrative control measure is established to restrict access except to authorized personnel with appropriate safety training

Note 1 to entry: Access is only possible through the use of a tool, lock, key or other means of security.

3.32

spatially averaged radiance

L_{sa}

quantity defined by the equation

$$L_{sa} = d\Phi / (dA_y \cdot \cos\theta \cdot d\Omega)$$

radiance spatially averaged over a given angle of acceptance to account for physiological factors such as eye-movements (sometimes referred to as "physiological radiance")

where

$d\Phi$ is the radiant power (flux);

dA_γ is limited by area of field of view (see 3.12);

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

$d\Omega$ is the solid angle

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

Note 2 to entry: The spatially averaged radiance may be lower than the true source radiance (see 3.34).

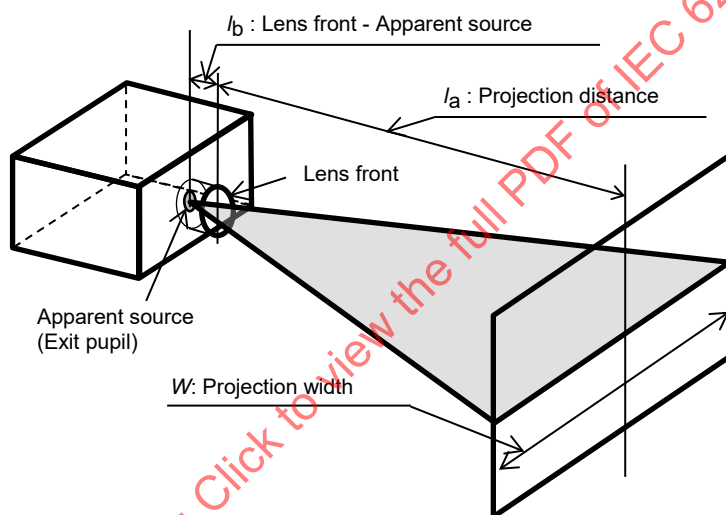
3.33

throw ratio

TR

ratio between the distance from the exit pupil to the screen and the width of the image on the screen

Note 1 to entry: It is thus approximated by the inverse of the tangent of the full angle of the light beam in the horizontal direction (see Figure 3).



IEC

Figure 3 – Definition of throw ratio

Note 2 to entry: $TR = (l_a + l_b) / W$.

3.34

true source radiance

L

radiance of the emitting element of the source, physically measured

Note 1 to entry: The applicable averaging angle of acceptance for the determination of radiance shall not be larger than 1,5 mrad.

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

Note 3 to entry: This definition differs from spatially averaged radiance (see 3.32). This is a quantity that is useful as information regarding the projector light source (see 5.7.3). For the spatially averaged radiance, the given angle of acceptance should have a value as defined in Table 1 or Table 2. This value is defined based on physiological factors. While the true source radiance should be averaged over a small angle in order to be more accurate, the maximum allowed averaging angle is defined to 1,5 mrad.

3.35

unintentional viewing

condition when ocular exposure to optical radiation is not intended

4 General

4.1 Basis for risk groups

IEC 62471 provides the default method to determine the risk group of any lamp or any product incorporating a lamp, unless a vertical (application-specific) standard exists. The risk groups in IEC 62471 indicate the degree of risk from potential optical radiation hazards and minimize the need for further measurements. The risk groups were developed based upon decades of lamp use experience and the analysis of accidental injuries related to optical radiation emission (where injuries were generally quite rare except from, for example, ultraviolet-emitting lamps or arc lamps).

The risk groups are described as follows:

- Exempt Group (RG0) where no optical hazard is considered reasonably foreseeable, even for continuous, unrestricted use.
- Risk Group 1 (RG1) products are safe for most applications, except for very prolonged direct ocular exposures (staring into the source for very long times, greater than 100 s).
- Risk Group 2 (RG2) products do not pose an optical hazard because of aversion responses to bright light which make long exposures (staring into the source) not reasonably foreseeable. RG2 projectors can be safely used in all situations, except if intrabeam (direct) viewing is intended.
- Risk Group 3 (RG3) products pose a potential hazard even for momentary exposures at close distance and product safety requirements are generally essential. RG3 projectors pose a risk resulting from direct, intra-beam viewing at close distance. User information on protective measures shall be provided. The RG3 projector products require controlled use or special installation (for example, theatre projectors), and user instructions should clearly state the HD and the requirement for supervised use or special installation. From the labelling and information for the user, the user should recognize the risk and take protective measures.

RG3 products are intended for professional use only, and are not intended for consumer use.

4.2 Example applications

4.2.1 RG0 / RG1 projectors

Typical examples are conventional tungsten halogen slide or film projectors for home use or pico-projectors.

4.2.2 RG2 projectors

For example, home-use projectors or mobile projectors may be RG2 projectors.

4.2.3 RG3 projectors

For example, high luminance projection systems used in cinemas or theatres may be RG3 projectors. Rental projectors for professional staging applications, seminars and other big events may also be RG3 projectors.

4.3 Projector lamps

It should be noted that the risk group classification system of IEC 62471 in its current version is primarily applied to lamps. However, manufacturers of image projectors have the responsibility for assessing the final product. They may have limited capabilities for tests and measurements and may need to rely on the lamp data provided by the lamp manufacturer. Therefore, guidance is provided in 5.7 on how and when projector system manufacturers may rely on data provided by the lamp manufacturer.

4.4 Assessment criteria (background)

The standard measurement conditions consider the emission spectrum and, depending on the hazard, either irradiance or spatially averaged radiance to determine risk to the eye and/or the skin. The measurement conditions are related to potentially hazardous exposure conditions and potential direct-viewing conditions and take into consideration physiological factors of the eye, such as accommodation, pupil size and the aversion response.

Assessment and measurement conditions necessarily differ for different special application lamp systems, such as image projector products. Different application groups define a range of operational, maintenance and servicing conditions. The assessment applied to image projectors (as a specific type of lamp system) in this vertical standard justifies somewhat different measurement conditions than those in IEC 62471 for lamps. The requirements in this application-specific (vertical) standard limit the product risk group that can be used in some specific applications, such as in domestic environments or in schools. Performance features are based upon the risk group specifications and application-specific control measures. Basic guidance, based on the likelihood of direct source viewing, is provided in Clause 6. The hierarchy of applicable safety measures follow the internationally accepted priority ranking of manufacturer safety measures. Engineering controls (filters, shielding, etc.) have the highest priority, followed by collective organizational measures, and finally, only if the above measures are not practical to reduce the risk to a tolerable level, personal protective equipment.

Multiple limit values are specified in this safety standard to reflect different photobiological hazards. Each of these limits, in principle, must be evaluated against the respective accessible emission separately (see Annex A). The limit values are expressed as irradiance or radiance.

Each risk group is associated with different time bases as found in Table 4.

To determine the risk group, the accessible emission must be first determined and then the accessible emission is compared against the AEL values provided in Table 3 for the time bases provided in Table 4 (see Annex B).

- The product is RG0 (Exempt Group) if no accessible emission exceeds the RG0 AELs.
- The product is RG1 if any accessible emission exceeds the RG0 AELs but no accessible emission exceeds the RG1 AELs.
- The product is RG2 if any accessible emission exceeds the RG1 AELs but no accessible emission exceeds the RG2 AELs.
- The product is RG3 if any accessible emission exceeds the RG2 AELs. If an image projector is to be assigned to RG3, the AE for UV, UV-A and IR shall be below the AEL for RG2 (see 6.1).

5 Risk group determination

5.1 Test conditions

The image projector shall meet the safety requirements defined in this part of IEC 62471 under all expected operating conditions appropriate to the intended use of the product. Factors to be considered shall include:

- climatic conditions (for example temperature, relative humidity);
- vibration and shock.

If no provisions are made in a specific product safety standard, the relevant subclauses of IEC 60950-1 and/or IEC 60065 shall apply.

The product shall be adjusted to achieve the maximum emission. The light source shall be operated at maximum optical power output. For image projectors this means that modulation, colour and spatial characteristics should be chosen to achieve the highest radiant power.

The evaluation shall include reasonably foreseeable single fault conditions such as failure of diffusers or light-beam processing optics prior to the projection lens or circuit failure. The accessible emission of the image projector shall not exceed the AEL of the assigned RG under any reasonably foreseeable single fault. The concepts of risk analysis should be applied to characterize if a given fault is reasonably foreseeable or not.

It is not mandatory to measure the accessible emission or the angular subtense of the apparent source (as parameter of the AEL). These parameters can also be determined by calculation, or they can be inferred from information provided by the lamp manufacturer (see 5.7). Also, depending on the type of light source, some accessible emission values (depending on associated wavelength range) need not be determined as specified in Table A.1.

5.2 Measurement conditions for image projectors

5.2.1 Measurement throw ratio

Fixed focal length projector systems that have no adjustable zoom shall be measured with the focus adjusted to achieve maximum radiance.

Projectors with an adjustable throw ratio (zoom) lens that is non-interchangeable shall be adjusted to achieve the highest ratio between the radiance and AEL.

Projectors with an interchangeable lens system shall be tested with the throw ratio adjusted to 2,0 or higher.

5.2.2 Measurement distance

The accessible emission shall be determined at a distance of 1,0 m from the closest point of human access toward the light source along the axis of the light beam (see Annex D).

5.3 The position and size of apparent source, the calculation of angular subtense

In this part of IEC 62471, the position of apparent source is defined as the location of the exit pupil of the projection lens.

The diameter is defined by using the 'Full Width at Half Maximum' (FWHM) (see Figure 4).

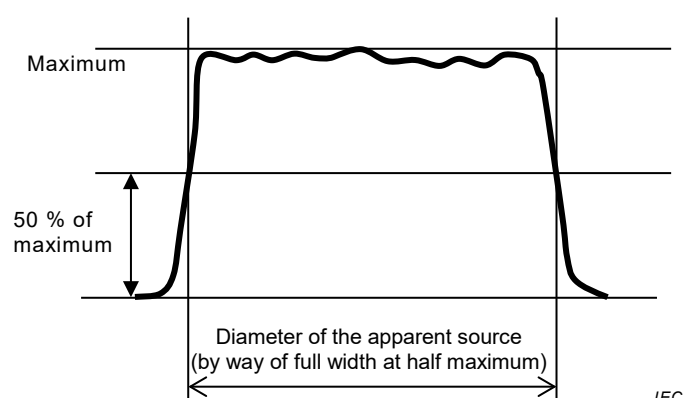


Figure 4 – Diameter of the apparent source

If the exit pupil is fully filled with an irradiance pattern (flushed), the outer diameters of the exit pupil can be used to determine the angular subtense α as seen from the measurement distance (see Annex C).

The AEL for the retinal thermal hazard depends on the parameter α , the angular subtense of the apparent source (see 3.4). The angular subtense of the apparent source is calculated by using the distance from the observer to the apparent source. If the radiance (AE to be compared with the retinal thermal AEL) is determined with an 11 mrad averaging angle of acceptance, then the minimum value of α for the determination of the AEL is 11 mrad. If the radiance is determined with an averaging angle of acceptance of 5 mrad (for instance for pulsed emission), the minimum value of α for the determination of AEL shall not be less than 5 mrad.

The angular subtense of an oblong source shall be determined by the arithmetic mean of the maximum and minimum angular dimensions of the source. For example, for a 20 mm long by 10 mm diameter tubular source at a viewing distance of $l = 1$ m in a direction normal to the lamp axis, it would be determined from the mean dimension, Z ;

$$Z = (20 + 10) / 2 = 15 \text{ mm (0,015 m)}.$$

Thus

$$\alpha = Z / l = 0,015 / 1 = 0,015 \text{ rad}.$$

Any angular dimension larger than $\alpha_{\max}$ shall be limited to $\alpha_{\max}$ and any angular dimension smaller than $\alpha_{\min}$ shall be limited to $\alpha_{\min}$, prior to the determination of the arithmetic mean.

NOTE In this part of IEC 62471, the value for $\alpha_{\min}$ is 0,001 5 rad.

5.4 Measurement of irradiance – specified apertures

Where the limits in IEC 62471 are provided in irradiance or radiant exposure, the angle of acceptance values are specified in Table 1.

Measurements of irradiance shall be made to include localized areas of highest irradiance within the beam cross-section. On condition the irradiance profile in the beam for a white image can be assumed to be homogeneous (constant irradiance profile), the diameter of the aperture stop over which irradiance is averaged is not critical. A larger aperture stop can be used to improve the signal to noise ratio. Typical input optics diameters are 20 mm, but as long as a uniform irradiance profile is ensured aperture stop diameters up to 50 mm can be used.

5.5 Measurement of radiance

In cases where the limits are provided as radiance or radiance dose to be compared to AE that is spatially averaged radiance, the source radiance data shall be determined with projector focus and throw ratio setting as specified in 5.2.1. The field of view (averaging angle of acceptance of the radiance detector) is given in Table 1 for CW emission and in Table 2 for pulsed emission. The area of the source producing the maximum spatial radiance (hotspot) shall be determined.

Table 1 – Measurement criteria — field of view (angles of acceptance) for CW source

Hazard name	Wavelength range, nm	Angle of acceptance γ , rad		
		Exempt Group	Risk Group 1	Risk Group 2
UV	200 to 400	1,4	1,4	1,4
UV-A	315 to 400	1,4	1,4	1,4
Blue-light	300 to 700	0,11	0,011	0,011
Retinal thermal	380 to 1 400	0,011	0,011	0,011
Corneal/lens IR	780 to 3 000	1,4	1,4	1,4

Table 2 – Measurement criteria — field of view (angles of acceptance) for pulsed source

Hazard name	Wavelength range, nm	Angle of acceptance γ , rad		
		Exempt Group	Risk Group 1	Risk Group 2
UV	200 to 400	1,4	1,4	1,4
UV-A	315 to 400	1,4	1,4	1,4
Blue-light	300 to 700	0,11	0,011	0,011
Retinal thermal	380 to 1 400	0,005	0,005	0,005
Corneal/lens IR	780 to 3 000	1,4	1,4	1,4

5.6 Accessible emission limits

5.6.1 For CW emission

When the output is continuous for times greater than 0,25 s and the peak radiated power is not higher than 1,5 times the average radiated power, the pulse criteria defined in 5.6.2 need not be applied. In this case, the AE for the retinal thermal hazard is determined as average radiance (averaged over 0,25 s) and is compared with the CW-AEL for the retinal thermal hazard specified in Table 3 (see 3.7).

Table 3 – AEL (accessible emission limits) for risk groups of lamps and lamp systems emitting CW optical radiation

Hazard	Wavelength range, nm	Symbol for emission level ¹	Emission limits			Units
			Exempt Group	Risk Group 1	Risk Group 2	
UV ²	200 to 400	E_S	0,001	0,003	0,03	$W \cdot m^{-2}$
UV-A ²	315 to 400	E_{UVA}	10	33	100	$W \cdot m^{-2}$
Blue-light	300 to 700	L_B	100	10 000	4 000 000	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Blue-light small source	300 to 700	E_B	1,0	1,0	400	$W \cdot m^{-2}$
Retinal thermal	380 to 1 400	L_R	28 000/ α	28 000/ α	28 000/ α	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
IR anterior eye ²	780 to 3 000	E_{IR}	100	570	3200	$W \cdot m^{-2}$

¹ Symbols for emission levels (E_S , E_{UVA} , L_B , E_B , L_R , E_{IR}) and each formula are defined in IEC 62471. Some formulae of above emission levels are defined by using weighting functions $B(\lambda)$ and $R(\lambda)$ (see Table 8).

² For an image projector that is to be assigned to RG3, the AE for UV, UV-A and IR shall not exceed the AEL for RG2

Table 4 – Time base values associated with the risk groups and hazards

Hazard	Exempt Group	Risk Group 1	Risk Group 2
UV	30 000 s	10 000 s	1 000 s
UV-A	1 000 s	300 s	100 s
Retinal blue-light	10 000 s	100 s	0,25 s
Retinal thermal	0,25 s	0,25 s	0,25 s
Infrared cornea	1 000 s	100 s	10 s

Table 5 – Basic retinal thermal emission limit

Exposure duration t	Radiance L_R^{EL}	Unit
$t \leq 1 \mu s$	$0,63 \alpha^{-1} \cdot t^{-1}$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
$1 \mu s < t \leq 0,25 s$	$2,0 \times 10^4 \cdot \alpha^{-1} \cdot t^{0,25}$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
$t > 0,25 s$	Determined as CW	

The angular subtense of the apparent source α is expressed in radians, and t is expressed in seconds.

The value of α in the determination of the AEL shall not be less than α_{min} and not be larger than α_{max} .

5.6.2 For pulsed emission

5.6.2.1 General

The emission should be considered to be pulsed if the peak radiated power is more than 1,5 times the average radiated power (see 3.28).

5.6.2.2 For UV, UV-A, photochemical retinal limits and IR cornea limit

Compare the averaged irradiance or averaged radiance with the AEL values of Table 3 (averaging over the time base associated with the risk group and respective limit, see Table 4).

5.6.2.3 For retinal thermal limit

For projectors emitting pulsed optical radiation, the classification criteria shall apply to the most restrictive of the requirements for a single pulse, or to any group of pulses.

The criteria below apply to the general case of pulsed emission.

In the general case, two criteria apply, and the respective accessible emission shall not exceed the AEL for either of the two criteria a) and b) as follows.

- Compare the averaged radiance with the AEL values of Table 5.
 - For regularly emitted pulse trains (constant pulse parameters), average over the time base of 0,25 s.
 - For irregular pulse patterns, average over emission durations that are shorter than or equal to 0,25 s in order to also analyse groups of pulses.
- Compare the peak radiance of each pulse with the AEL values of Table 5. The AEL values shall be multiplied by the factor C_5 in Table 6.

The pulse duration is defined as: $t_p = D/L_{\text{peak}}$ (see 3.27).

And the value of α used in the calculation of the AEL is defined in Table 6.

Table 6 – The values of C_5 and α for AEL calculation

Condition		Value of C_5	Value of α for calculating AEL
$\alpha \leq 0,005 \text{ rad}$		1,0	0,005 rad
$0,005 \text{ rad} < \alpha \leq \alpha_{\text{max}}$	$N \leq 40$	$N^{-0,25}$	α
	$N > 40$	0,4	α
$\alpha_{\text{max}} < \alpha < 0,1 \text{ rad}$	$N \leq 625$	$N^{-0,25}$	α_{max}
	$N > 625$	0,2	α_{max}
$\alpha \geq 0,1 \text{ rad}$		1,0	α_{max}
N is the number of pulses that occur within the time base. α_{max} is defined in Table 7.			

Table 7 – Pulse duration dependent values of α_{max}

Emission duration	Maximum angular subtense α_{max}
$t_p < 625 \text{ } \mu\text{s}$	0,005 rad
$625 \text{ } \mu\text{s} \leq t_p < 0,25 \text{ s}$	$0,2 t_p^{0,5} \text{ rad}$ where t_p is given in seconds
$t_p \geq 0,25 \text{ s}$	0,1 rad

5.6.3 Spectral weighting functions

Spectral weighting functions for assessing retinal hazards are given in Table 8.

Spectral weighting functions for assessing ultraviolet hazards are given in IEC 62471.

Table 8 – Spectral weighting functions $B(\lambda)$ and $R(\lambda)$ for assessing retinal hazards

Wavelength nm	Blue-light hazard spectral weighting function $B(\lambda)$	Retinal thermal hazard spectral weighting function $R(\lambda)$
300 to 375	0,01	–
380	0,01	0,01
385	0,013	0,013
390	0,025	0,025
395	0,05	0,05
400	0,10	0,10
405	0,20	0,20
410	0,40	0,40
415	0,80	0,80
420	0,90	0,90
425	0,95	0,95
430	0,98	0,98
435	1,0	1,0
440	1,0	1,0
445	0,97	1,0
450	0,94	1,0
455	0,90	1,0
460	0,80	1,0
465	0,70	1,0
470	0,62	1,0
475	0,55	1,0
480	0,45	1,0
485	0,40	1,0
490	0,22	1,0
495	0,16	1,0
500 to 600	$10^{[(450-\lambda)/50]}$	1,0
600 to 700	0,001	1,0
700 to 1050	–	$10^{[(700-\lambda)/500]}$
1050 to 1150	–	0,20
1150 to 1200	–	$0,2 \cdot 10^{0,02(1150-\lambda)}$
1200 to 1400	–	0,02

Representative wavelengths are shown: other values should be obtained by logarithmic interpolation at intermediate wavelengths

NOTE Tables 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8 are from ICNIRP 2013 [1] and deviate from IEC 62471:2006.

5.7 Applying information from the lamp manufacturers

5.7.1 General

Under specific conditions, the assessment of a single lamp is directly transferable to the lamp system or luminaire. The risk group will remain the same, or may be reduced (by filters, etc.). However, as a general rule for image projectors, the projection optics serve as a magnifier of the original light source; hence, the source size at the reference distance can be increased and irradiance in the beam, at the reference distance, will be increased. If the radiance of the lamp is determined as averaged over a given angle of acceptance and the lamp is smaller than that averaging angle of acceptance, then the averaged radiance for the projector will also be increased (the Law of Conservation of Radiance has to be used with caution).

5.7.2 Limits provided in irradiance/radiant exposure

In the spectral ranges 200 nm to 400 nm and 780 nm to 3 000 nm where the emission limits in IEC 62471 are provided in irradiance or radiant exposure, the measurements of an incorporated lamp cannot simply be transferred directly to the projector system, but require an analysis of the optical filtration and concentration by the projection optics to determine the system risk group.

Additional optics modify the irradiance of a source, (i.e. may have a significant impact) where the classification is based on irradiance or radiant exposure criteria.

5.7.3 Limits provided in radiance or radiance dose

In cases where the emission limits in IEC 62471 are provided in terms of spatially averaged radiance or spatially averaged radiance dose, the Law of Conservation of Radiance has to be used with caution. That is, if the true source radiance of a light source (arc lamp, single LED, etc.) is below the radiance level specified (per risk group), the final lamp system (or LED-array) also cannot exceed the accessible emission limits. True source radiance can be reduced by apertures and transmission losses but not increased over that of the bare lamp. IEC 62471 requires measurements of spatially averaged radiance (see 3.32) values with the consequence that the relationship between the field of view and the source area, as it was used for the characterization of a single component, may be changed by the projection optics. Consequently, if the lamp is smaller than the averaging angle of acceptance (field of view), or if it has radiance hotspots, the averaged radiance as determined for the lamp can be significantly increased due to the projection optics.

6 Manufacturer's requirements

6.1 General

The primary purpose of projector risk-group classification by the manufacturer is to determine the need for any engineering controls and to inform the user of potential hazards that may require precautions or limitations on installation. Therefore, when a projector is determined to be Risk Group 1, 2 or 3, it is important that the user is informed by labelling and user manual data, regarding which potential hazards may require controls.

The risk group of the image projector shall be determined according to Clause 5.

Projectors which are RG2 or lower may become RG3 when fitted with interchangeable lenses with larger throw ratios. These lenses shall include user information (see 6.7.5).

Risk Group 1 and Exempt Group projectors do not require controls, since it is not reasonably foreseeable that the emission of image projectors will be directed into the eyes of people for extended periods of time (hours).

RG3 products are intended for professional use only, and are not intended for consumer use.

The products shall be designed not to emit unnecessary optical radiation outside of the 380 nm to 780 nm wavelength range. For image projectors that are assigned to RG3, the AE for UV, UV-A and IR shall be below the AEL for RG2.

The products shall be designed for foreseeable variations of installation conditions (the possibility of installation on the ceiling, in a vehicle, etc.).

6.2 Determination of HD (hazard distance)

For RG3 products, the HD shall be determined under maximum emission power at each throw ratio.

For interchangeable lenses, the maximum foreseeable HD should be provided.

The basis of the HD is the AEL for the retinal thermal hazard with assumed exposure duration of 0,25 s (see Table 3 and Table 5). The value of α is to be in units of radians. See Annex E for additional information.

6.3 Safety feature "soft start"

The initial emission from RG2 and RG3 projectors after power on shall be controlled so that the full power emission start no sooner than one full second after light is first emitted from the lens.

NOTE "The full power emission" includes any partial irradiance of the projection area.

6.4 Optional safety features

6.4.1 Projection of warning message

Risk of potential hazardous exposure can be reduced during system start up with the use of visible or audible signals. Additionally, warning text and/or graphics may be projected on to the screen. Projected warning may include text such as 'Do not stare into beam'. Indicating the hazard distance may also be useful guidance to the user.

EXAMPLE "Do not directly expose eyes to projected light closer than <insert HD> from projector lens"

6.4.2 Power reduction by sensor system

Sensors which detect the location of the human body or objects within hazardous areas are used widely in factory automation fields. If such devices have a sufficiently high reliability level and the output power is reduced automatically when personnel or reflective objects enter the hazardous area, such a protective system can be considered effective for reducing the risk of hazardous light exposure.

6.5 Labelling on products

6.5.1 General

Each product shall carry label(s) in accordance with the requirements of the corresponding clauses in the following, depending on the projector risk group classification.

- The labels shall be durable, permanently affixed, legible, and clearly visible during operation, maintenance or service, according to their purpose.
- They should be positioned so that they can be read without the necessity for human exposure to optical radiation in excess of the applicable AEL.
- The label and symbol size should be adapted to the size of the product.
- For the RG2 label (Figure 6), RG3 label (Figure 9) and the optical radiation warning symbol (Figure 10), text and borders shall be black on a yellow background.

If the projector incorporates lasers (laser illuminated projectors), the appropriate label required by IEC 60825-1:2014, 4.4 shall also be carried.

NOTE Projectors containing an enclosed laser system and whose accessible radiance during normal operation is below the threshold specified in IEC 60825-1:2014 are exempted from the laser product classification and its associated classification labelling for the projector light. Such laser product labelling applies only to accessible laser emissions except for the projector light. Hence the laser product label would be typically Class 1 or in a few instances, Class 2. Labelling in accordance with this part of IEC 62471 applies to the projector light.

Reproductions of all required labels should be included in the user manual.

Projectors which are RG2 or lower as evaluated under the throw ratio defined in this part of IEC 62471, which may become RG3 when fitted with interchangeable lenses with larger throw ratios, shall include additional labelling (see 6.6).

Explanations of each label according to each risk group are shown in Table 9.

Table 9 – Labelling on products

RG0	RG1	RG2	RG3
Not required	Not required [Optional] • RG1 label in Figure 5.	- Caution label in Figure 6. - or - RG2 caution symbol in Figure 7. - or - RG2 caution pictogram in Figure 8 or a similar design.	- Warning label in Figure 9. - Optical radiation warning symbol in Figure 10. "Not for household use" symbol in Figure 11.

6.5.2 RG0 projector

RG0 projector is safe for general use.

Projector products require no additional labelling.

6.5.3 RG1 projector

An optional label indicates "RG1" can be applied on the product (see Figure 5).

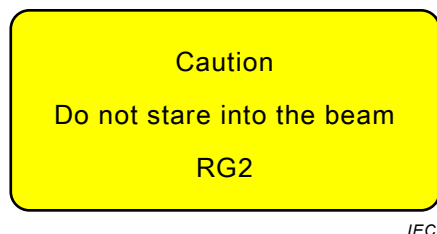


Figure 5 – RG1 label (optional)

6.5.4 RG2 projector

A label shall be applied on the product similar to:

“Caution Do not stare into the beam, RG2” (see Figure 6).

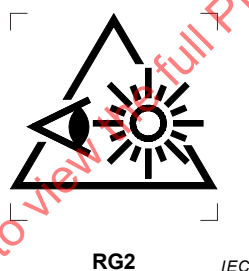


IEC

Figure 6 – RG2 label

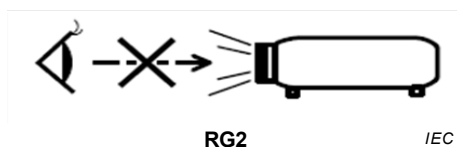
Alternatively,

- the RG2 caution symbol (Figure 7) may be used, comprising symbol IEC 60417-6069 (2011-08) with the addition of the text "RG2", or
- the RG2 caution pictogram (Figure 8) or a similar design may be used with the addition of the text "RG2".



IEC

Figure 7 – RG2 caution symbol



IEC

Figure 8 – Sample design of RG2 caution pictogram

The RG2 caution symbol should be placed close to the aperture. Direct printing or engraving on the product is acceptable.

6.5.5 RG3 projector

A label shall be applied on the product similar to:

“Warning! Do not look into the beam. No direct eye exposure to the beam is permitted, RG3. Hazard Distance: Refer to the manual” (see Figure 9).

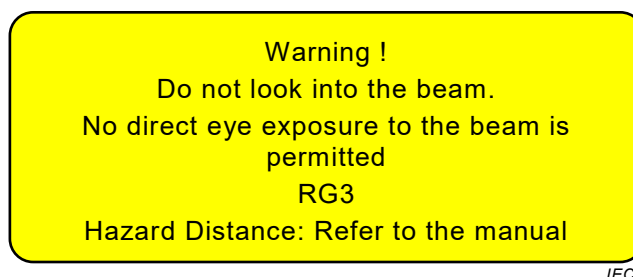


Figure 9 – RG3 label

RG3 projectors shall also have the optical radiation warning symbol [ISO 7010-W027 (2011-05), see Figure 10] and the "Not for household use" symbol [IEC 60417-5109 (2002-10), see Figure 11].



Figure 10 – Optical radiation warning symbol

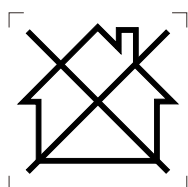


Figure 11 – "Not for household use" symbol

6.6 User information

6.6.1 General

Manufacturers shall provide adequate user information according to the risk group of the product.

The user information shall include the risk group classification of the projector, any required precautions and hazard distance for RG3 product if applicable. The risk group shall be described in the user manual with the name and the edition of this standard.

Normal intended use and safety instructions shall be described in detail. If required, training and installation requirements (e.g. restricted area requirements) shall be specified in the user manual.

NOTE National legislation regarding occupational safety and health (OSH) and/or event safety may contain additional or different requirements.

The manufacturer shall provide information on how the hazard distance may change for different optical features (i.e. zooming feature, interchangeable lens system) for RG3 products.

If an interchangeable lens system can be used on the projector, all possible reasonably foreseeable worst-case hazard distances shall be listed for the appropriate range of modifying optics in the user manual (see 6.7). These values could be displayed in one graph or table and could be based on calculations (see Annex E).

Explanations of specified information according to each risk group are shown in Table 10.

6.6.2 Assessment of user accessible area

A label or symbol is sufficient to warn against staring into the product from close distances.

However, an RG3 system has an associated hazard distance for momentary direct viewing (assumed exposure duration of 0,25 s) of greater than 1 m. The person who is in the accessible area within the hazard distance should be protected from this potential viewing hazard. In addition to warning labels, further requirements for RG3 projectors to avoid such a risk are then needed.

The requirements for user safety in the accessible area of an RG3 system are defined in 6.6.3.5.

6.6.3 User information (user manual)

6.6.3.1 General

Table 10 – User information in user manual

RG1	RG2	RG3
• "RG1 IEC 62471-5:2015"	• "As with any bright source, do not stare into the direct beam, RG2 IEC 62471-5:2015" • Reproductions of all required labels	• "No direct exposure to the beam shall be permitted, RG3 IEC 62471-5:2015" • Hazard distance • "Operators shall control access to the beam within the hazard distance or install the product at the height that will prevent exposures of spectators' eyes within the hazard distance" • Reproductions of all required labels

6.6.3.2 RG0 projector

RG0 projectors are safe for general use.

Projector products require no special information.

6.6.3.3 RG1 projector

User manuals and product information shall state "RG1 IEC 62471-5:2015".

6.6.3.4 RG2 projector

User manuals and product information shall state the following text, or equivalent:

"As with any bright light source, do not stare into the beam, RG2 IEC 62471-5:2015"

6.6.3.5 RG3 projector

The risk group and the hazard information including HD according to the throw ratio shall be provided.

User information shall indicate that the user must understand the risk and apply protective measures based upon the hazard distance as indicated on the label and in the user information. Installation method, barriers, detection system or other applicable control measure shall prevent hazardous eye access to the radiation within the hazard distance.

For example, cinema projectors that have a HD greater than 1 m and emit light into an uncontrolled area where persons may be present should be positioned in accordance with “the fixed projector installation” parameters, resulting in a HD that does not extend into the audience area unless the beam is at least 2 m above the floor level. In non-cinema environments where unrestrained behaviour is reasonably foreseeable, the minimum separation height should be greater than or equal to 3,0 m to prevent potential exposure, for example by an individual sitting on another individual's shoulders, within the HD. For example, a sufficiently large separation height may be achieved by mounting the image projector on the ceiling or through the use of physical barriers.

User manuals and product information shall state the following text, or equivalent:

- “No direct exposure to the beam shall be permitted, RG3 IEC 62471-5:2015”.
- “Operators shall control access to the beam within the hazard distance or install the product at the height that will prevent spectators' eyes from being in the hazard distance”.

6.6.4 User information for maintenance

The instructions for the replacement of lamps shall clearly state risks and proper procedures. In the case of maintenance of the RG3 projector, only authorized trained service personnel for RG3 products shall perform these tasks.

Advice on safe operating procedures and warnings concerning reasonably foreseeable misuse, malfunctions and hazardous failure modes shall be given in the user manual. Where maintenance procedures are detailed, they shall include explicit instructions on safe practices.

6.7 Labelling and user information for image projectors where the risk group will be changed by interchangeable lens

6.7.1 General

If the projector incorporates a removable 'modifying optics system' (projection lens), HD information according to the optical specifications of the lens shall be stated.

As the risk group determination for removable optics is performed for a throw ratio (TR) of 2,0, lenses with TR higher than 2,0 can potentially create a HD that exceeds 1 m. If there are removable modifying optics that have a TR higher than 2,0 that can be used with the product, and if a higher TR leads to a HD longer than 1 m (see also Annex E), the following labels as specified in 6.7.2 shall be provided on the product and also contained in the user manual.

Projectors that change to Risk Group 3 are intended for professional use only, and are not intended for consumer use.

6.7.2 Labelling on the projector

Along with the standard RG label (as for RG2, the caution message is provided), the following message or similar shall be included on the same label:

"This projector may become RG3 when an interchangeable lens with throw ratio greater than xxx (unique value for each projector) is installed. Refer to the manual for the lens list and hazard distance before operation. Such combinations of projector and lens are intended for professional use only, and are not intended for consumer use."

Even if the original RG is RG1 or RG0, this warning shall be provided as a label.

The label is selectable from Figure 12, Figure 13 or Figure 14;

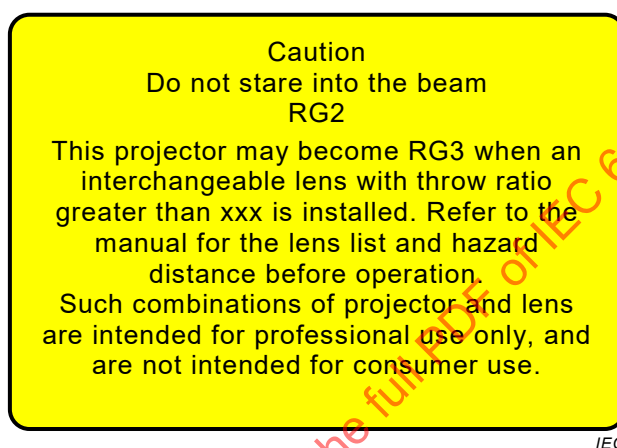


Figure 12 – RG2 label with the caution for RG3

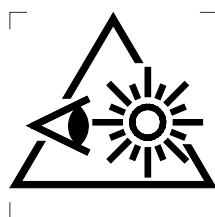


Figure 13 – RG2 caution label with the caution for RG3

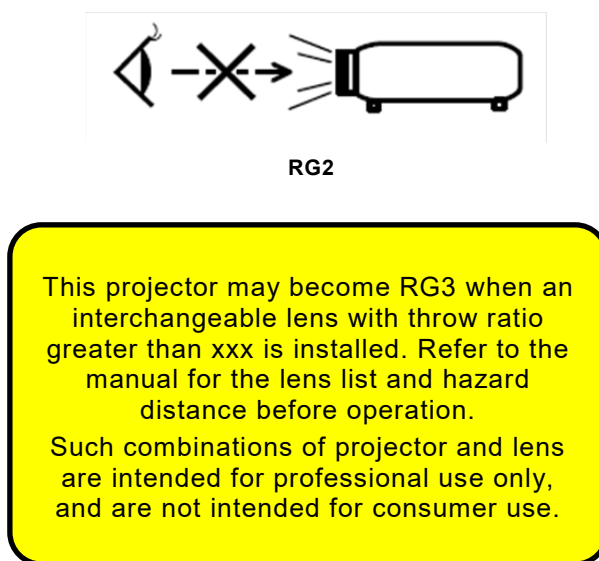


Figure 14 – RG2 pictogram with the caution for RG3

6.7.3 Mark on the interchangeable lens

“Throw Ratio Range” or “Model Number” shall be marked with their relevant parameter value on interchangeable lenses so that the user can identify the parameter name and value from the outside even after installation.

Direct printing or engraving on the product is acceptable.

When the mark is not displayed, the manufacturer shall design the projector so that it displays, on the screen, the information about the hazard mentioned in 6.7.2. That information shall be provided at the beginning of the projection by emissions below the RG3 level until it is ended by manual operation.

6.7.4 The user information in the user manual of the projector

The information shall include:

- The explanation of the change of hazard magnitude by installing interchangeable lenses. The explanation shall include the warning of RG3 projectors as follows similar to:
 “No direct exposure to the beam shall be permitted”
 “Operators shall control access to the beam within the hazard distance or install the product at a height that will prevent eye exposure within the hazard distance”.
- The list of model numbers (or model names) of interchangeable lenses for the projector.
- The hazard distance at the maximum TR of each lens when installed on the projector. The manufacturer should select an easily understandable method of informing users, such as tabular or graphical information.

6.7.5 The user information in the user manual of the interchangeable lens

The information shall include:

- An explanation of the change of hazard by installing the lens. The explanation shall include the RG3 warning as follows similar to:
“No direct exposure to the beam shall be permitted”
“Operators shall control access to the beam within the hazard distance or install the product at a height that will prevent eye exposure within the hazard distance”.
- The throw ratio range of the lens.
- The list of model numbers (or model names) of projectors with which the lens may be used.
- The hazard distance according to the highest TR for typical models. The manufacturers should select an easily understandable method of informing users, such as tabular or graphical information.

7 Information for service

Potential hazards may exist during lamp or product servicing.

In addition to the requirements of user information for maintenance (6.6.4), the manufacturer shall provide information sufficient for safety training of servicing personnel.

Laser-illuminated projectors – although generally Class 1 laser products during operation – usually contain Class 3B or Class 4 embedded lasers. Service shall be performed only by authorized, trained servicing personnel (IEC 60825-1; IEC TR 60825-14 [3]).

Annex A

(normative)

Test scheme for lamp types

Table A.1 –Required evaluations

Lamp Type	E_s	E_{UVA}	L_B/E_B	L_R	E_{IR}
LED	Not required ²	Not required ²	Required	Required	Not required
Tungsten-halogen	Not required ¹	Not required ¹	Required	Not required	Required
Discharge or arc-lamp	Not required ¹	Not required ¹	Required	Required	Not required
Laser generated	Not required ²	Not required ²	Required	Required	Not required
¹ Not required unless UV transmissive projection optics are installed. ² Not required unless phosphor conversion originated from a UV source. Low visual stimulus evaluation is not required.					

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62471-5:2015

Annex B (informative)

Example of calculations

B.1 Radiance calculations

B.1.1 General

The radiance L ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$) is determined (see, for example, Figure B.1) by measuring the radiant power P (W) passing through a defined measurement aperture stop and field stop, at a defined measurement distance l .

The diameter d of the aperture defines the solid collection angle Ω (sr) and the measurement area A_{FOV} (herein defined as the area under the “field of view”, in m^2) corresponds to the acceptance angle (γ) predetermined by the circular field stop in front of the detector.

$$L (\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}) = P (\text{W}) / (\Omega (\text{sr}) A_{\text{FOV}} (\text{m}^2)),$$

which can also be expressed as

$$L = E / \Omega \tag{B.1}$$

where

E is the irradiance on a detector placed at 1 m from the projector; and

Ω is the solid-angular subtense of the projected source.

For retinal thermal hazard:

$$\begin{aligned} \gamma (\text{angle of acceptance}) &= 11 \text{ mrad} && \text{for CW source} \\ &= 5 \text{ mrad} && \text{for pulsed wave source} \end{aligned}$$

The zoom position of projection lenses shall be adjusted so as to achieve maximum radiance (the longest throw ratio in general).

Projectors with an interchangeable lens system shall be tested with the throw ratio of the lenses adjusted to 2,0 or higher.

B.1.2 Calculation from measured irradiance

For example, consider a measured irradiance of $0,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ at 1 m from a data projector, and a measured source size of 1,8 mrad by 2,2 mrad.

Assumes:

The optical emission is CW from a homogeneous source.

The source size solid-angular subtense then is:

$$\Omega = 0,0018 \times 0,0022 = 4,0 \times 10^{-6} \text{ sr}.$$

Thus:

$$L = 0,7 / (4,0 \times 10^{-6}) = 1,8 \times 10^5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

Since radiance is a radiometric invariant, it can be measured at the source, along the beam path, or at the detector. In some cases where apertures are filled uniformly with radiation, the radiance can also be estimated from the output specifications (or luminance L_V) instead of irradiance as in the above example. The luminance can be derived from output lumens and beam divergence angle of the projector.

B.1.3 Calculation from luminous output

For example, a theatre projector with a 25 000 lm output, a beam diameter of 4,0 cm at the exit point from the projection optics, and with a large beam spread of about 14,3° high by 28,6° wide (250 mrad by 500 mrad) will produce a beam with an associated solid angle

$$\Omega = 0,25 \times 0,5 = 0,125 \text{ sr.}$$

Hence the approximate radiance can be estimated by employing the cross-sectional area A_S :

$$A_S = \pi (0,04 / 2)^2 = 12,6 \times 10^{-4} \text{ m}^2.$$

And the luminous exitance M_V would therefore be

$$M_V = 25\,000 / 12,6 \times 10^{-4} = 1,98 \times 10^7 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}.$$

Therefore,

$$L_V = M_V / \Omega = 1,98 \times 10^7 / 0,125 = 1,59 \times 10^8 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}.$$

For a luminous efficacy of radiation $k = 160 \text{ lm/W}$, photometric luminance is converted to radiometric radiance as

$$L_e = L_V / k = (1,59 \times 10^8) / 160 = 9,9 \times 10^5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

k is calculated from the spectrum as follows:

$$k = 683 \cdot \int V(\lambda) \Phi(\lambda) d\lambda / \int \Phi(\lambda) d\lambda,$$

where

$V(\lambda)$ is the spectral luminous efficiency in photopic vision; and

$\Phi(\lambda)$ is the spectral power distribution of the output light.

NOTE This only applies for fully uniform filled apertures.

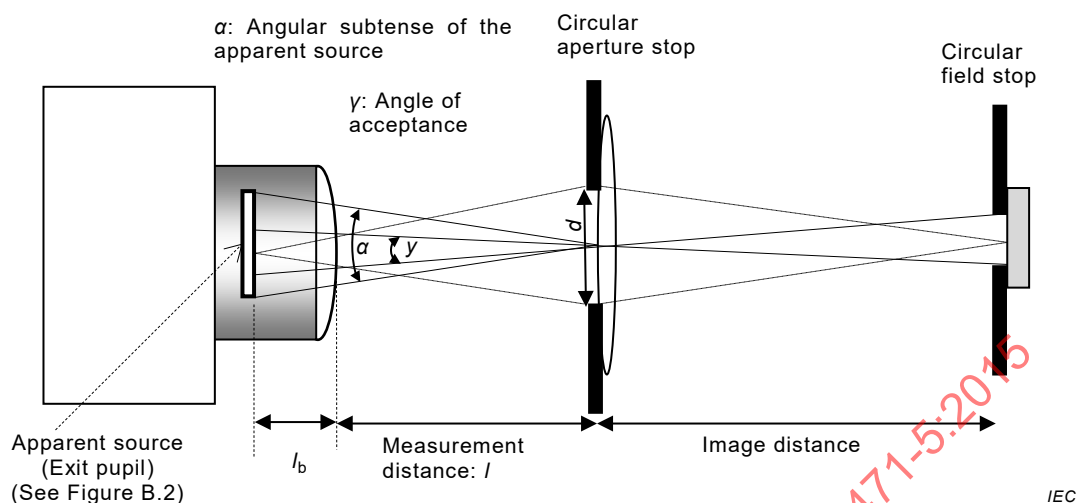


Figure B.1 – Image of the apparent source and measurement condition

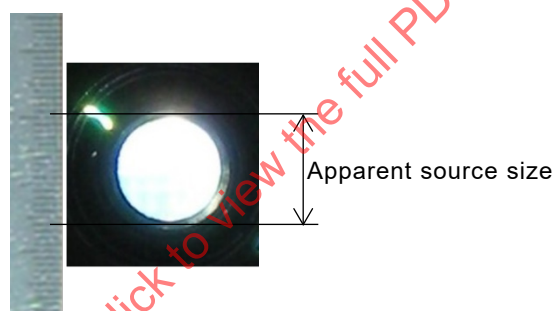


Figure B.2 – Picture of the apparent source of a projector at the exit pupil of the projection lenses with a scale

B.2 Calculation example of risk group (CW)

B.2.1 Example of a 5 000 lm projector

The lenses are interchangeable.

The maximum throw ratio of one lens model (N_{TR}) is 2,0.

The aspect ratio N_{AS} is 0,75 (Horizontal:Vertical = 4:3).

The apparent source size of a projector is 20 mm in diameter where $N_{TR} = 2,0$.

The distance l_b between the outer surface of the lens and the exit pupil is $l_b = 10$ cm.

Assumes:

The spectral weighting functions are 1,0 for visible wavelength.

The luminous efficacy of radiation is 300 lm/W.

The optical emission is CW from a homogeneous source.

Angular subtense α of the source at a measurement distance of 1 m is

$$\alpha = 0,02 / (1 + 0,1) = 0,018 \text{ rad} .$$

The angular subtense α is 18 mrad and the solid angle subtended by α is

$$\Omega = \pi (0,018)^2 / 4 = 2,60 \times 10^{-4} \text{ sr} .$$

The width of the projection area at a measurement distance of 1 m is

$$(1 + 0,1) / 2,0 = 0,55 \text{ m } (N_{\text{TR}} = 2,0) .$$

The height of the projection area is

$$0,550 \text{ m} \times 0,75 = 0,413 \text{ m} .$$

Therefore, illumination area is

$$0,550 \text{ m} \times 0,413 \text{ m} .$$

The radiant power P (W) passing through the above illumination area is

$$P = 5\,000 / 300 = 16,7 \text{ W} .$$

The irradiance E at 1 m distance from the outer surface of the lens is then

$$E = 16,7 / (0,55 \times 0,41) = 73,5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} .$$

Therefore,

$$L = E/\Omega = 73,6 / (2,54 \times 10^{-4}) = 2,83 \times 10^5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} .$$

- Retinal thermal hazard

The emission limit of retinal thermal hazard L_R is obtained from Table 3.

$$L_R \text{ for RG2} = 28\,000/\alpha = 1,54 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1};$$

L is smaller than L_R .

- Blue-light hazard

The emission limit of blue light hazard L_B is obtained from Table 3.

$$L_B \text{ for RG2} = 4\,000\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1};$$

$$L_B \text{ for RG1} = 10\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

Because L_B (L_{Average} of blue-light hazard) is calculated by using $B(\lambda)$ (see Table 8), it is obviously lower than L_{Average} of retinal thermal hazard using $R(\lambda)$.

In this example, L_{Average} of retinal thermal hazard is lower than AEL of blue-light hazard for RG2.

Therefore, the blue-light hazard of the emission is RG2 or lower.

Therefore the projector is classified as RG2 if other hazard elements do not exceed each emission limit for RG2.

B.2.2 10 000 lm professional-use projector with an apparent source of small subtense angle (CW)

The lenses are fixed.

The maximum throw ratio N_{TR} is 5,0

The aspect ratio N_{AS} is 0,75 (Horizontal:Vertical = 4:3).

The apparent source size of a projector is 30 mm in diameter where $N_{TR} = 5,0$.

The distance between the outer surface of the lens and the aperture; $l_b = 18$ cm.

Assumes:

The spectral weighting functions are 1,0 for visible wavelength.

The luminous efficacy of radiation is 300 lm/W.

The optical emission is CW from a homogeneous source.

Angular subtense α of the source at a measurement distance of 1 m is

$$\alpha = 0,03 / (0,18 + 1,0) = 0,025 \text{ rad} .$$

The angular subtense α is 0,025 rad and the solid angle subtended by α is

$$\Omega = \pi (0,025)^2 / 4 = 5,08 \times 10^{-4} \text{ sr} .$$

Illumination area is

$$0,236 \text{ m} \times 0,177 \text{ m at } 1,18 \text{ m from the aperture of the projector } (N_{TR} = 5,0).$$

The radiant power $P(W)$ passing through the above illumination area is

$$P = 10\,000 / 300 = 33,3 \text{ W} .$$

The irradiance E at 1 m distance from the outer surface of the lens is then

$$E = 33,3 / (0,24 \times 0,18) = 798 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} .$$

Therefore,

$$L = E/\Omega = 798 / (4,9 \times 10^{-4}) = 1,57 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} .$$

- Retinal thermal hazard

The emission limit of retinal thermal hazard L_R is obtained from Table 3.

$$L_R \text{ for RG2} = 28\,000/\alpha = 1,10 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1};$$

L is greater than L_R .

Therefore the projector is classified as RG3.

When radiance exceeds the RG2 limit, the HD is the distance where the exposure level is equal to the exposure limit for retinal thermal injury for an exposure duration of 0,25 s.

- Calculation of hazard distance (HD)

$$L = E / \Omega;$$

$$E = P / S \text{ where } S \text{ is projection area;}$$

$$S = (l / N_{TR}) N_{AS} (l / N_{TR});$$

$$\Omega = \pi \alpha^2 / 4.$$

Assume: the apparent source size of a projector d_S is not changed at the position of HD,

$$\Omega = \pi d_S^2 / 4l^2$$

$$L = 4 \cdot P \cdot N_{TR}^2 / (N_{AS} \pi \cdot d_S^2)$$

$$L_R \text{ for RG2} = 28\,000/\alpha = 28\,000 \, l_{HD} / d_S$$

where

l_{HD} is the distance between the source and the RG2 position:

$$l_{HD} = 4 P N_{TR}^2 / (28\,000 N_{AS} \pi \cdot d_S)$$

$$P = 33,3$$

$$N_{TR} = 5,0$$

$$N_{AS} = 0,75$$

$$d_S = 0,03$$

$$l_{HD} = 1,68 \text{ (m)}$$

$$HD = 1,68 - 0,18 = 1,5 \text{ (m)}$$

B.2.3 2 000 lm projector with small apparent source (CW)

The lenses are fixed.

The maximum throw ratio is 0,8.

The aspect ratio (Horizontal:Vertical) is 4:3.

The apparent source size of a projector is 4,0 mm in diameter where TR = 0,8.

The distance l_b between the outer surface of the lens and the exit pupil is $l_b = 3,0 \text{ cm}$.

Assumes:

The spectral weighting functions are 1,0 for visible wavelength.

The luminous efficacy of radiation is 300 lm/W.

The optical emission is CW from a homogeneous source.

Angular subtense α of the source at a measurement distance of 1 m is

$$\alpha = 0,004 / (0,03 + 1,0) = 3,9 \times 10^{-3} \text{ rad}.$$

The angular subtense α is 3,9 mrad and the solid angle subtended by α is

$$\Omega = \pi (0,0039)^2 / 4 = 1,2 \times 10^{-5} \text{ sr}.$$

Illumination area is $1,29 \text{ m} \times 0,966 \text{ m}$ at $1,03 \text{ m}$ from the aperture of the projector (TR = 0,8).

The radiant power P (W) passing through the above illumination area is

$$P = 2\,000 / 300 = 6,67 \text{ W}.$$

The irradiance E at 1 m distance from the outer surface of the lens is then

$$E = 6,67 / (1,29 \times 0,966) = 5,36 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}.$$

Therefore,

$$L = E/\Omega = 5,36 / 1,2 \times 10^{-5} = 4,53 \times 10^5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

- Retinal thermal hazard

The emission limit of retinal thermal hazard L_R is obtained from Table 3.

$$L_R \text{ for RG2} = 28\,000/\alpha = 28\,000 / (3,88 \times 10^{-3}) = 7,21 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

The angular subtense α is 3,9 mrad.

As a result, L is smaller than L_R .

- Blue-light hazard

The emission limit of blue light hazard L_B is obtained from Table 3.

$$L_B \text{ for RG2} = 4\,000\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1};$$

$$L_B \text{ for RG1} = 10\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

L_{Average} of retinal thermal hazard is lower than AEL of blue-light hazard for RG2.

Therefore, the blue light hazard of the emission is RG2 or lower (see B.1.4).

Therefore the projector is classified as RG2 if other hazard elements do not exceed each emission limit for RG2.

B.3 Calculation example of risk group (pulsed emission)

B.3.1 General

The pulsed emission is defined by 3.27 (pulse duration) and 3.28 (pulsed emission).

If the emission of the projector is categorized as pulsed emission, the AEL for retinal thermal is calculated and risk group is determined as follows (see 5.6.2.3).

- Compare the averaged irradiance or averaged radiance with the AEL values of Table 3.
- The peak radiance shall be compared to the emission limit (AEL) in Table 5. The AEL values shall be multiplied by the factor C_5 in Table 6.

t_p : pulse duration, $t_p = D/L_{\text{peak}}$

D : radiance dose

L_{peak} : peak radiance

α used in the calculation of AEL is defined in Table 6.

B.3.2 14 000 lm projector with one peak

See Figure B.3.

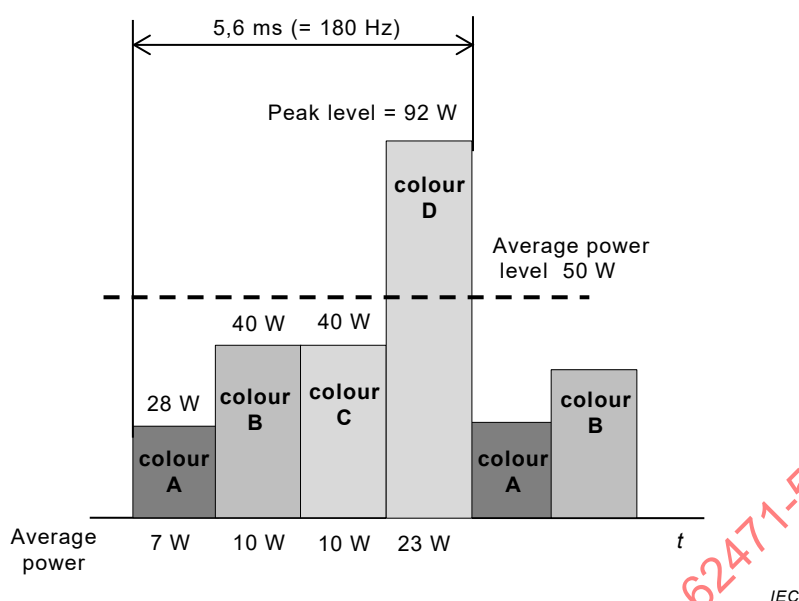


Figure B.3 – Example with one peak of pulsed emission

The lenses are fixed.

The maximum throw ratio is 2,0.

The aspect ratio (Horizontal:Vertical) is 4:3.

The apparent source size of a projector is 20 mm in diameter where TR = 2,0.

The distance l_b between the outer surface of the lens and the exit pupil is $l_b = 15,0$ cm.

Assumes:

The spectral weighting functions are 1,0 for visible wavelength.

The luminous efficacy of radiation is 280 lm/W.

The optical emission is pulsed emission from a homogeneous source.

Angular subtense α of the source at a measurement distance of 1 m is

$$\alpha = 0,020 / (0,15 + 1,0) = 1,74 \times 10^{-2} \text{ rad}.$$

Illumination area is $0,575 \text{ m} \times 0,431 \text{ m}$ at 1,15 m from the aperture of the projector (TR = 2,0).

The average radiant power P (W) passing through the above illumination area is

$$P = 14\,000 / 280 = 50,0 \text{ W}.$$

The average irradiance E at 1 m distance from the outer surface of the lens is then

$$E = 50,0 / (0,575 \times 0,431) = 202 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}.$$

The angular subtense α is 17,4 mrad and the solid angle is

$$\Omega = \pi (0,0174)^2 / 4 = 2,38 \times 10^{-4} \text{ sr}.$$

Therefore,

average radiance is

$$L_{\text{Average}} = E/\Omega = 202 / (2,38 \times 10^{-4}) = 8,49 \times 10^5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

- Evaluation of retinal thermal hazard

1) Comparison of the average radiance with the CW AEL

$$L_{\text{Average}} = E/\Omega = 8,49 \times 10^5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

The exposure duration time t is

$$t = 0,25 \text{ s}.$$

From Table 6 and Table 7, the maximum angular subtense α_{max} is

$$\alpha_{\text{max}} = 0,2 t^{0,5} = 0,1 \text{ rad}.$$

$$\alpha < \alpha_{\text{max}}$$

Therefore, α is selected for the calculation of AEL.

$$\text{AEL} = 2,0 \times 10^4 \times 0,25^{-0,25} \times (1,74 \times 10^{-2})^{-1} = 1,63 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

Therefore,

averaged radiance < AEL

2) Comparison of the pulse energy and AEL of multiple pulse emissions

Calculate for the total radiance dose D of one cycle:

$$D = L_{\text{Average}} \times 1/180 = (8,49 \times 10^5) / 180 = 4,72 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

Calculate for the combination of peak radiance:

$$L_{\text{peak}} = L_{\text{Average}} \times 92 / 50 = 1,56 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

- The calculation of AEL

The pulse duration is

$$t_p = D/L_{\text{peak}} = (4,72 \times 10^3) / (1,56 \times 10^6) = 3,02 \times 10^{-3} \text{ s}.$$

From Table 6 and Table 7, the maximum angular subtense α_{max} is

$$\alpha_{\text{max}} = 0,2 t^{0,5} \text{ rad} = 0,2 \times (3,01 \times 10^{-3})^{0,5} = 11 \times 10^{-3} \text{ rad}.$$

$$\alpha_{\text{max}} < \alpha$$

Therefore, α_{max} is selected for the calculation of AEL.

- The calculation of C_5

N (the number of pulses that occurs within the time base) is

$$N = 180 \times 0,25 = 45.$$

For $\alpha_{\max} < \alpha < 100$ mrad, for $N \leq 625$,

$$C_5 = N^{-0,25} = 0,39.$$

The emission limit of retinal thermal hazard (AEL) is obtained from Table 5.

$$\text{AEL} = 2,0 \times 10^4 \times (3,02 \times 10^{-3})^{-0,25} \times 0,39 \times (11,0 \times 10^{-3})^{-1} = 3,0 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

Peak radiance (L_{peak}) of [colour D] is less than AEL of multiple pulse emissions.

- Evaluation of blue-light hazard

The emission limit of blue-light hazard L_B is obtained from Table 3.

L_B for RG2 = $4\,000\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$;

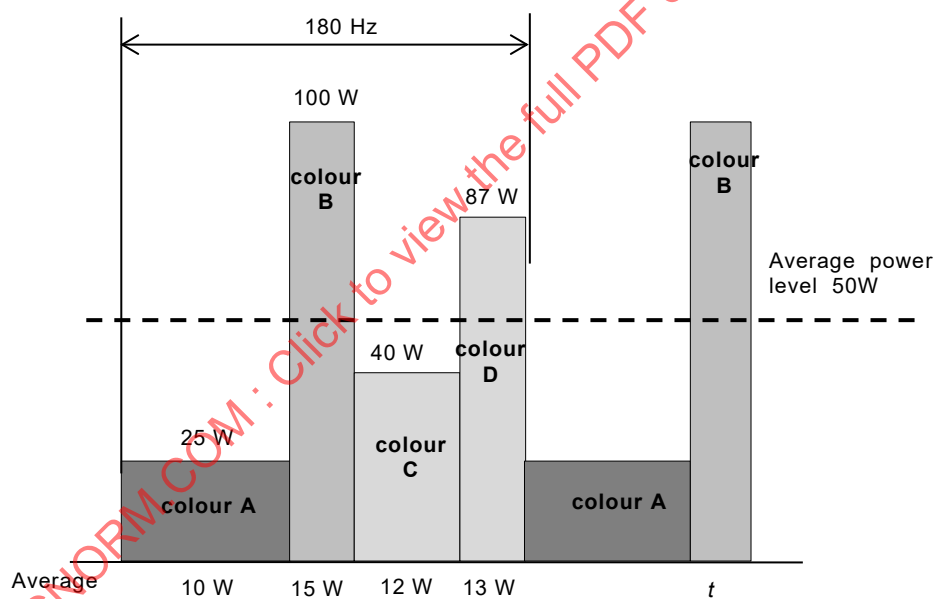
L_B for RG1 = $10\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$;

L_{average} is smaller than L_B for RG2, larger than L_B for RG1.

Therefore the projector is classified as RG2 if other hazard elements do not exceed each emission limit for RG2.

B.3.3 14 000 lm projector with two peaks

See Figure B.4.



IEC

Figure B.4 – Example with two peaks of pulsed emission

The lenses are fixed.

The maximum throw ratio is 2,0.

The aspect ratio (Horizontal:Vertical) is 4:3.

The apparent source size of a projector is 20 mm in diameter where $TR = 2,0$.

The distance l_b between the outer surface of the lens and the exit pupil is $l_b = 15,0$ cm.

Assumes:

The spectral weighting functions are 1,0 for visible wavelength.

The luminous efficacy of radiation is 280 lm/W.

The optical emission is pulsed emission from a homogeneous source.

Angular subtense α of the source at a measurement distance of 1 m is

$$\alpha = 0,02 / (0,15 + 1,0) = 1,74 \times 10^{-2} \text{ rad}.$$

The angular subtense α is 14 mrad and the solid angle is

$$\Omega = \pi (0,0174)^2 / 4 = 2,38 \times 10^{-4} \text{ sr}.$$

Illumination area is (0,575m × 0,431 m) at 1,15 m from the aperture of the projector (TR = 2,0).

The average radiant power P (W) passing through the above illumination area is

$$P = 14\,000 / 280 = 50,0 \text{ W}.$$

The average irradiance E at 1 m distance from the outer surface of the lens is then

$$E = 50,0 / (0,575 \times 0,431) = 202 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}.$$

Therefore,

average radiance is

$$L_{\text{Average}} = E / \Omega = 202 / 2,38 \times 10^{-4} = 8,49 \times 10^5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

- Evaluation of retinal thermal hazard

1) Comparison of the average radiance with the CW AEL:

$$L_{\text{Average}} = 8,49 \times 10^5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

The time base is

$$t = 0,25 \text{ s}.$$

From Table 6 and Table 7, the maximum angular subtense α_{max} is

$$\alpha_{\text{max}} = 0,2 t^{0,5} \text{ rad} = 0,1 \text{ rad}.$$

Therefore, since $\alpha < \alpha_{\text{max}}$, α is selected for the calculation of AEL.

$$\text{AEL} = 2,0 \times 10^4 \times 0,25^{-0,25} \times (1,74 \times 10^{-2})^{-1} = 1,63 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

Averaged radiance < AEL

2) Comparison of the pulse energy and AEL of single pulse multiplied by C_5

Calculate for the total radiance dose of one cycle.

In the case of multiple peaks, the maximum peak value is selected for the calculation of L_{peak} :

$$D = L_{\text{Average}} / 180 = (8,49 \times 10^5) / 180 = 4,72 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1};$$

$$L_{\text{peak}} = L_{\text{Average}} \times 100/50 = 1,70 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

- The calculation of AEL

The pulse duration is

$$t_p = D / L_{\text{peak}} = (4,72 \times 10^3) / (1,70 \times 10^6) = 2,78 \times 10^{-3} \text{ s}.$$

From Table 6 and Table 7, the maximum angular subtense $\alpha_{\max}$ is

$$\alpha_{\max} = 0,2 t^{0,5} \text{ rad} = 0,2 \times (2,78 \times 10^{-3})^{0,5} = 10,5 \times 10^{-3} \text{ rad}.$$

Therefore, $\alpha_{\max} < \alpha \leq \alpha_{\max}$ is selected for the calculation of AEL.

- The calculation of C_5

N (the number of pulses that occurs within the time base) is

$$N = 180 \times 0,25 = 45 .$$

For $\alpha_{\max} < \alpha < 100 \text{ mrad}$, for $N \leq 625$,

$$C_5 = N^{-0,25} = 0,39 .$$

The emission limit of retinal thermal hazard (AEL) is obtained from Table 5.

$$\text{AEL} = 2,0 \times 10^4 \times (2,78 \times 10^{-3})^{-0,25} \times 0,39 \times (10,5 \times 10^{-3})^{-1} = 3,2 \times 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}.$$

Peak radiance (L_{peak}) is less than AEL of multiple pulse emissions.

- Blue-light hazard

The emission limit of blue-light hazard L_B is obtained from Table 3.

L_B for RG2 = 4 000 000;

L_B for RG1 = 10 000;

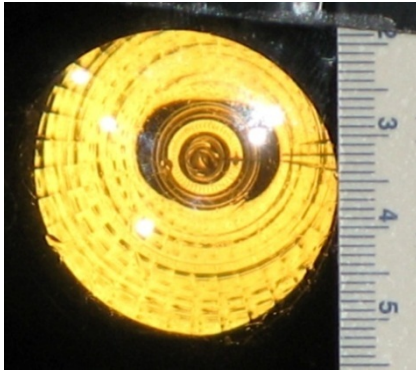
L_{Average} is smaller than L_B for RG2, larger than L_B for RG1.

Therefore the projector is classified as RG2 if other hazard elements do not exceed each emission limit for RG2.

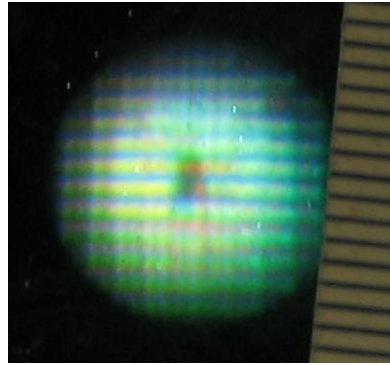
Annex C (informative)

Example of intra-beam of projector sources with millimetre scale

See Figure C.1.



IEC



IEC



IEC

Tungsten projector lamp

Digital MEMS device

LCD projector source

Figure C.1 – Examples of intra-beam images of projector sources with millimetre scale

Annex D (informative)

Measurement distance

The reference distance of 1,0 m for the determination of image projector risk group is based upon a number of considerations. The worst-case default condition of 20 cm provided in IEC 62471:2006 was provided for applications and use conditions totally unknown; however, the use conditions, operation and potential exposure conditions of an image projector are very well known and understood.

The apparent source is well within the projection optics and can vary in exact position relative to the closest plane of human access, the external surface of the projection lens system. Furthermore, the apparent source and beam irradiance will vary little in the immediate near-field of the projection optics in front of the lens. Since the measurement distance from the external surface of the lens system is straightforward to measure, there will be no variation from measurement to measurement. In the immediate near field in front of the projection optics, the irradiance can be substantial, but the eye cannot focus on a bright source.

High-power xenon-short-arc cinema projectors have been in use for more than 50 years, and there has never been a reported public retinal injury, despite the fact that the beams of these projectors exceed current exposure limits to distances on the order of 1 m. An analysis of accidental viewing conditions shows that direct viewing of the projector's bright light beam is not reasonably foreseeable at such close distances. Unintentional viewing is certainly not on-axis nor does it occur with a large, 7-mm pupil. Pupil size greatly affects the amount of light entering the eye.

Blue-light photochemical hazard, from staring into the projector for a long enough duration to pose a blue-light hazard, is not reasonably foreseeable because of the aversion response limit exposure of 0,25 s.

The potential hazard of concern for very bright projectors is the potential risk for retinal thermal injury from viewing the projector source at very close distances. The current exposure limits for retinal thermal injury are created under the assumption of a 7-mm dark-adapted pupil; however, a smaller pupil will exist for reasonably foreseeable, direct-beam viewing conditions. Unintentional viewing would rarely, if ever, involve the macular (central retinal) area, but, rather, the peripheral retina, which further reduces the pupil size before direct macular exposure. Data projectors are normally used in a room with ambient illumination, and reflected light from the screen adds to the ambient light level. A more realistic pupil size of about 3 mm is typical of these settings. Smaller pupil sizes are also required for good acuity (i.e. vision is very poor and acuity low for a 6-mm to 7-mm pupil). A smaller pupil also results from viewing the glare from the projector lens from outside the beam, and as a person approaches the beam.

For typical high luminance projectors, the apparent source (the exit pupil) is at least 15 cm to 20 cm behind the front lens surface and the near-field (collimated) part of the beam is contained within the projector lens or a few centimetres in front of it. Assuming a typical diameter of the exit pupil of 18 mm and the exit pupil being 15 cm behind the front lens surface, the angular subtense of the apparent source at 1 m from the lens equals $18 \text{ mm} / (150 \text{ mm} + 1\,000 \text{ mm}) = 0,016 \text{ rad}$. Considering that in the far-field condition, radiance is constant with distance and the exposure limit scales with the inverse ratio of the angular subtense of the apparent source, the ratio of exposure (constant radiance) and exposure limit increases linearly with distance relative to the exit pupil. On the other hand, the exposure limit expressed as radiance, for a given pupil size, can be scaled with the square of the ratio of the pupil diameter to 7 mm (see also [1]). For instance, a pupil with a diameter of 3,5 mm would result in an increase of the exposure limit by a factor of 4. From these dependencies it follows that a reference distance of 1 m for the determination of the risk group, where the emission limit is based on the assumption of a 7 mm pupil is equivalent to a reference distance of 20 cm from the lens for the assumption of a pupil diameter of 3,8 mm, when the exit pupil is

15 cm behind the lens surface. In other words, if the exposure level at 1 m distance is just below the exposure limit for 0,25 s exposure duration for a 7 mm pupil, it will also be below the exposure limit for exposure at a distance of 20 cm when the pupil diameter is 3,8 mm or less. Thus, for a pupil diameter of 3,8 mm, the classification reference distance of 1 m is equivalent to the conservative reference distance of 20 cm. Additionally, for a complete risk analysis, the safety margin of the exposure limits compared to injury thresholds, particularly for large apparent sources, was taken into consideration. Thus the choice of a 1 m measurement/assessment distance for all projectors can be considered as a conservative value based upon detailed analysis of pupil size and constriction for unintentional viewing, projection optical design and macular exposure.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62471-5:2015

Annex E (informative)

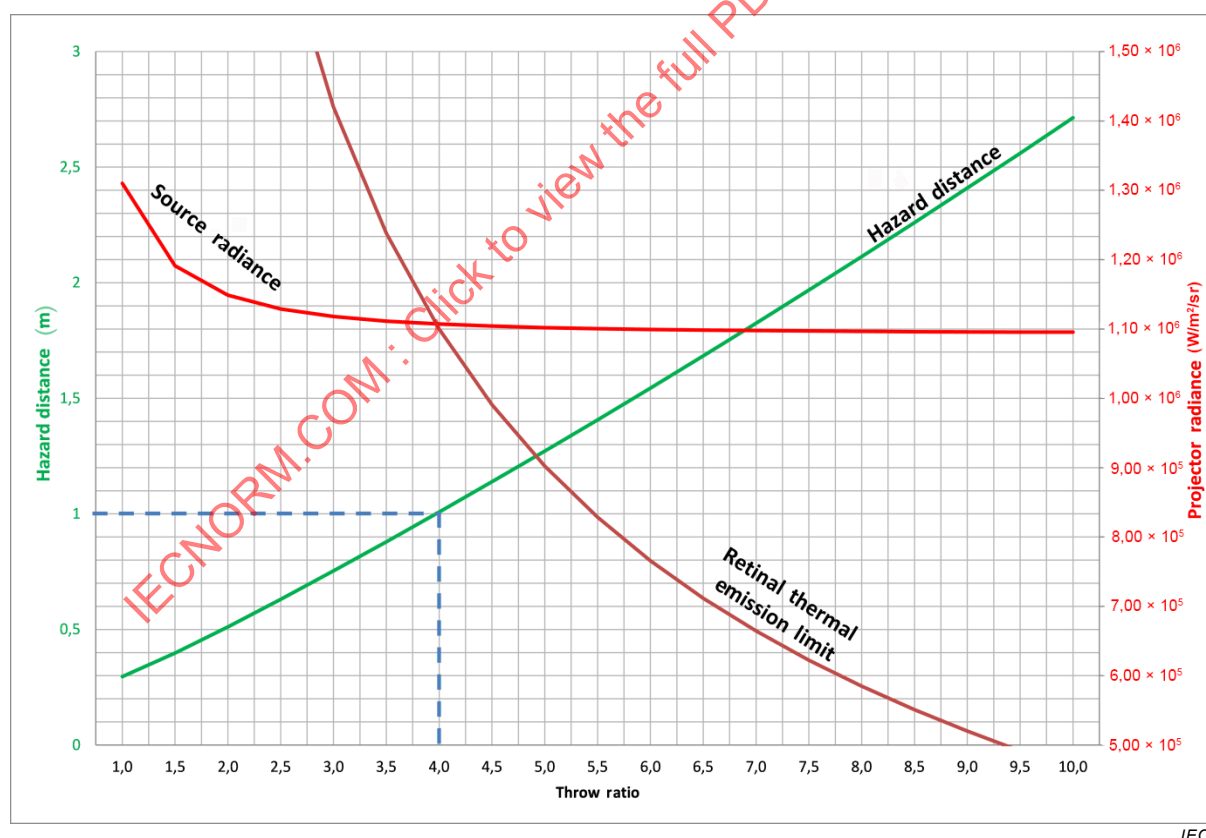
Hazard distance as a function of modifying optics

This part of IEC 62471 requires in 6.2 that the manufacturer provides HD information if the product's HD exceeds 1 m due to the possible use of modifying optics. This is to assist the end user in estimating the HD of their image projectors.

The given example is derived from a theoretical system with the following characteristics:

- Lumen output: 10 000 lumens (luminous efficiency 251 lm/W)
- Imager chip: 25,4 mm in diagonal
- F number: 2,5
- Lens: variable throw SXGA resolution, 130 mm outer diameter, 20 % off axis capabilities
- Hazard distance: based on $28\,000/\alpha \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Figure E.1 displays the radiance of a 10 000 lm projector and its related HD determined from the nearest point of human access. At the point where the AEL crosses the radiance of the system, the hazard distance approaches 1 m. This is at a throw ratio of 4,0.



IEC

Figure E.1 – Hazard distance as a function of modifying optics (example)

Bibliography

- [1] ICNIRP Guidelines on limits of exposure to incoherent visible and infrared radiation, Health Physics 105(1):74-91; 2013
- [2] IEC 60050-845, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 845: Lighting*
- [3] IEC TR 60825-14, *Safety of laser products – Part 14: A user's guide*
- [4] IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62471-5:2015

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62471-5:2015

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	55
INTRODUCTION	57
1 Domaine d'application	58
2 Références normatives	58
3 Termes et définitions	59
4 Généralités	65
4.1 Base d'établissement des groupes de risques	65
4.2 Exemples d'applications	66
4.2.1 Projecteurs RG0 / RG1	66
4.2.2 Projecteurs RG2	66
4.2.3 Projecteurs RG3	66
4.3 Lampes de projection	66
4.4 Critères d'évaluation (contexte)	67
5 Détermination des groupes de risques	68
5.1 Conditions d'essai	68
5.2 Conditions de mesure pour les projecteurs d'images	68
5.2.1 Rapport de projection de mesure	68
5.2.2 Distance de mesure	68
5.3 Position et taille de la source apparente, calcul de l'étendue angulaire	68
5.4 Mesurage de l'éclairement énergétique – diaphragmes spécifiés	69
5.5 Mesurage de la luminance énergétique	70
5.6 Limites d'émission accessible	70
5.6.1 Pour les émissions à ondes entretenues	70
5.6.2 Pour les émissions pulsées	72
5.6.3 Fonctions de pondération spectrale	73
5.7 Application des informations fournies par les fabricants de lampes	75
5.7.1 Généralités	75
5.7.2 Limites en matière d'exposition à l'éclairement énergétique/exposition énergétique	75
5.7.3 Limites en matière de luminance énergétique ou de rendement énergétique	75
6 Exigences du fabricant	75
6.1 Généralités	75
6.2 Détermination de la distance de danger	76
6.3 Disposition de sécurité "démarrage progressif"	76
6.4 Dispositions de sécurité facultatives	76
6.4.1 Projection d'un message d'avertissement	76
6.4.2 Réduction de la puissance par système de capteurs	77
6.5 Étiquetage des appareils	77
6.5.1 Généralités	77
6.5.2 Projecteur RG0	78
6.5.3 Projecteur RG1	78
6.5.4 Projecteur RG2	78
6.5.5 Projecteur RG3	79
6.6 Informations pour l'utilisateur	80
6.6.1 Généralités	80
6.6.2 Évaluation de la zone accessible à l'utilisateur	80

6.6.3	Informations pour l'utilisateur (manuel utilisateur)	81
6.6.4	Informations pour l'utilisateur pour la maintenance	82
6.7	Étiquetage et informations pour l'utilisateur pour les projecteurs d'images avec lesquels le groupe de risques est modifié par un objectif interchangeable	82
6.7.1	Généralités	82
6.7.2	Étiquetage du projecteur	82
6.7.3	Marquage sur l'objectif interchangeable	84
6.7.4	Informations pour l'utilisateur contenues dans le manuel utilisateur du projecteur	84
6.7.5	Informations pour l'utilisateur contenues dans le manuel utilisateur de l'objectif interchangeable	84
7	Informations pour l'entretien	85
Annexe A (normative)	Programme d'essai pour des types de lampes	86
Annexe B (informative)	Exemples de calculs	87
B.1	Calculs de la luminance énergétique	87
B.1.1	Généralités	87
B.1.2	Calcul à partir de l'éclairement énergétique mesuré	87
B.1.3	Calcul à partir du rendement lumineux	88
B.2	Exemple de calcul du groupe de risques (CW)	89
B.2.1	Exemple d'un projecteur de 5 000 lm	89
B.2.2	Projecteur à usage professionnel de 10 000 lm avec une source apparente d'étendue angulaire réduite (CW)	91
B.2.3	Projecteur de 2 000 lm avec source apparente réduite (CW)	92
B.3	Exemple de calcul du groupe de risques (émission pulsée)	93
B.3.1	Généralités	93
B.3.2	Projecteur de 14 000 lm avec une valeur crête	93
B.3.3	Projecteur de 14 000 lm avec deux valeurs de crête	96
Annexe C (informative)	Exemple d'intrafaisceau de sources de projection avec échelle millimétrique	99
Annexe D (informative)	Distance de mesure	100
Annexe E (informative)	Distance de danger en fonction des optiques de modification	102
Bibliographie		104
Figure 1	– Pupille de sortie de projecteur	60
Figure 2	– Exemples d'application de la définition de durée d'impulsion	63
Figure 3	– Définition du rapport de projection	65
Figure 4	– Diamètre de la source apparente	69
Figure 5	– Étiquette RG1 (facultative)	78
Figure 6	– Étiquette RG2	78
Figure 7	– Symbole de mise en garde RG2	78
Figure 8	– Pictogramme de mise en garde RG2	79
Figure 9	– Étiquette RG3	79
Figure 10	– Symbole d'avertissement contre le rayonnement optique	79
Figure 11	– Symbole "Non destiné à un usage domestique"	79
Figure 12	– Étiquette RG2 avec mise en garde pour les appareils de type RG3	83
Figure 13	– Étiquette de mise en garde RG2 avec mise en garde pour les appareils de type RG3	83

Figure 14 – Pictogramme RG2 avec mise en garde pour les appareils de type RG3.....	84
Figure B.1 – Représentation de la source apparente et condition de mesure	89
Figure B.2 – Représentation à l'échelle de la source apparente d'un projecteur au niveau de la pupille de sortie des objectifs de projection.....	89
Figure B.3 – Exemple d'émission pulsée avec une valeur de crête.....	94
Figure B.4 – Exemple d'émission pulsée avec deux valeurs de crête	96
Figure C.1 – Exemples d'images intrafaisceau de sources de projection avec échelle millimétrique	99
Figure E.1 – Distance de danger en fonction des optiques de modification (exemple)	103
Tableau 1 – Critères de mesure — champ de vision (angles d'admission) pour une source d'émission à ondes entretenues	70
Tableau 2 – Critères de mesure — champ de vision (angles d'admission) pour une source d'émission pulsée.....	70
Tableau 3 – LEA (Limites d'émission accessible) pour les groupes de risques propres aux lampes et appareils utilisant des lampes qui émettent un rayonnement optique à ondes entretenues	71
Tableau 4 – Valeurs de base de temps associées aux groupes de risques et aux dangers	71
Tableau 5 – Limite d'émission thermique rétinienne de base.....	71
Tableau 6 – Valeurs de C_5 et de α pour le calcul de la LEA	72
Tableau 7 – Valeurs de $\alpha_{\max}$ dépendant de la durée d'impulsion	73
Tableau 8 – Fonctions de pondération spectrale $B(\lambda)$ et $R(\lambda)$ pour l'évaluation des dangers rétiens	74
Tableau 9 – Étiquetage des appareils	77
Tableau 10 – Informations pour l'utilisateur dans le manuel utilisateur	81
Tableau A.1 – Évaluations exigées	86

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SÉCURITÉ PHOTOBIOLOGIQUE DES LAMPES ET DES APPAREILS
UTILISANT DES LAMPES –****Partie 5: Projecteurs d'images****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62471-5 a été établie par le comité d'études 76 de l'IEC: Sécurité des rayonnements optiques et matériels laser.

La présente version bilingue (2018-02) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2015-06.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 76/519/FDIS et 76/521/RVD.

Le rapport de vote 76/521/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62471-5:2015

INTRODUCTION

La plupart des lampes et appareils utilisant des lampes sont sans danger et ne présentent pas de risques photobiologiques, sauf dans des conditions d'exposition inhabituelles. Tel est également le cas des projecteurs d'images optiques avec lesquels l'expérience montre que même des projecteurs cinématographiques de grande puissance peuvent être sans danger dans le cas d'une observation temporaire accidentelle et peuvent présenter des dangers optiques à des distances proches uniquement dans certaines conditions, ou dans le cas d'une observation fixe "à long terme" volontaire de la source. Le développement rapide de lampes ou d'appareils utilisant des lampes à semi-conducteurs (ou à diode à luminescence) ou autres lampes a favorisé l'apparition de nouveaux appareils de projection, et a entraîné la nécessité d'une norme de sécurité photobiologique propre à ce groupe d'appareils utilisant des lampes.

Les dangers de rayonnement optique provenant de tous les types de lampes et appareils utilisant des lampes sont évalués actuellement par l'application de la norme IEC 62471:2006 (CIE S 009:2002), *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*. L'IEC 62471 couvre les LED, les lampes à incandescence, les lampes à décharge dans un gaz à haute et à basse pression, les lampes à arc et d'autres types de lampes. Suivant le concept des normes verticales, le système de classification par groupes de risques pour les lampes défini dans l'IEC 62471 doit être adapté à des groupes d'appareils spécifiques tels que les projecteurs d'images.

La présente partie de l'IEC 62471 fournit un système de classification par groupes de risques pour les projecteurs d'images, ainsi que des conditions de mesure pour les rayonnements optiques émis par des projecteurs d'images. Elle inclut les exigences de fabrication qui peuvent être exigées par suite de l'affectation d'un groupe de risques particulier à un appareil utilisant un projecteur d'images. Par conséquent, la présente partie de l'IEC 62471 fournit des exigences de sécurité pour les appareils utilisant des lampes qui sont destinés à générer des rayonnements optiques visibles projetés, tels que les projecteurs cinématographiques, les projecteurs d'image-écran et les projecteurs à usage domestique. Le groupe de risques affecté d'un projecteur peut également être utilisé par les fabricants de projecteurs pour faciliter les appréciations du risque, par exemple dans le cas de l'exposition professionnelle sur les lieux de travail. Il peut exister des exigences nationales pour l'évaluation des appareils ou de l'exposition professionnelle.

Les limites d'émission fournies dans la présente partie de l'IEC 62471 sont issues des limites d'exposition spécifiées par l'ICNIRP dans ses lignes directrices de 2013 portant sur le rayonnement visible et infrarouge incohérent [1]¹. Ces limites d'exposition constituent également la base des limites d'émission à spécifier dans la future Norme internationale IEC 62471-12.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

² Révision de l'IEC 62471:2006.

SÉCURITÉ PHOTOBIOLOGIQUE DES LAMPES ET DES APPAREILS UTILISANT DES LAMPES –

Partie 5: Projecteurs d'images

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62471 fournit des exigences concernant la sécurité photobiologique du rayonnement optique émis par les projecteurs d'images. La présente partie de l'IEC 62471 ne traite pas des autres dangers tels que les dangers électriques, mécaniques ou les dangers d'incendie.

La présente partie de l'IEC 62471 fournit des exigences concernant:

- l'évaluation de la sécurité du rayonnement optique des projecteurs d'images;
- les groupes de risques liés aux projecteurs;
- les conditions d'essai et de mesure;
- les exigences du fabricant y compris l'information de l'utilisateur.

Le domaine d'application de la présente partie de l'IEC 62471 est la sécurité photobiologique des projecteurs d'images, y compris les émissions des projecteurs à illumination laser qui satisfont aux exigences spécifiées au 4.4 de l'IEC 60825-1:2014, et pour lesquelles la classification définie dans l'IEC 60825-1 ne comprend pas l'émission de lumière visible.

La présente partie de l'IEC 62471 ne traite pas des exigences de sécurité concernant les appareils à affichage laser qui utilisent des faisceaux laser collimatés généralement balayés. Elle traite en revanche des projecteurs à illumination laser qui utilisent une source laser pour éclairer, par exemple, un système microélectromécanique (MEMS) sans faisceau balayé ou un appareil utilisant un projecteur à affichage à cristaux.

NOTE Les projecteurs d'images contenant des lasers sont soumis aux dispositions de l'IEC 60825-1 applicables au laser incorporé. Voir les dispositions de 4.4 de l'IEC 60825-1:2014 pour lesquelles la classification des appareils à laser ne comprend pas l'émission de lumière visible.

La présente partie de l'IEC 62471 inclut les projecteurs dédiés à la projection d'images visibles uniquement, mais exclut en revanche les projecteurs ultraviolets, les projecteurs infrarouges, les lampes d'utilisation courante (LUC) (LUC; terme défini dans l'IEC 62471) ou les appareils utilisant une lampe de projection pour l'éclairage général, qui sont traités dans des Normes internationales distinctes.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 62471, *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*

IEC 60825-1:2014, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60065, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 62471 et de l'IEC 60050-845 [2], ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

émission accessible

EA

niveau de rayonnement déterminé à une certaine distance de l'appareil et dans des conditions de mesure décrites à l'Article 5

Note 1 à l'article: L'émission accessible est comparée à la LEA (voir 3.2) afin de déterminer le groupe de risques propre à l'appareil.

3.2

limite d'émission accessible

LEA

émission accessible maximale permise dans un groupe de risques particulier

3.3

angle d'admission

γ

angle plan dans lequel un détecteur répond à un rayonnement optique

Note 1 à l'article: L'angle d'admission est habituellement mesuré en radians (unité SI).

Note 2 à l'article: L'angle d'admission peut être contrôlé par des ouvertures ou des éléments optiques devant le détecteur. L'angle d'admission est parfois désigné également sous le nom de champ de vision (voir 3.12).

Note 3 à l'article: Il convient de ne pas confondre l'angle d'admission avec l'étendue angulaire de la source (voir 3.4) ou la divergence du faisceau.

3.4

étendue angulaire

α

angle visuel sous-tendu par la source apparente au niveau de l'œil d'un observateur ou au point de mesure

Note 1 à l'article: Dans la présente partie de l'IEC 62471, les angles sous-tendus sont mesurés par la totalité de l'angle et non par sa moitié.

Note 2 à l'article: Unité SI: radian.

Note 3 à l'article: L'étendue angulaire α peut être modifiée par l'utilisation de lentilles et de miroirs utilisés comme optiques de projection, c'est-à-dire l'étendue angulaire de la source apparente peut être différente de l'étendue angulaire de la source physique.

Note 4 à l'article: Les limites de α dans la présente partie de l'IEC 62471 sont:

Pour les émissions entretenues: $\alpha_{\max} = 0,1 \text{ rad}$, $\alpha_{\min} = 0,0015 \text{ rad}$.

Pour les émissions pulsées: $\alpha_{\max}$ est décrite dans le Tableau 7, $\alpha_{\min} = 0,0015 \text{ rad}$.

3.5

projecteur à usage cinématographique

projecteur d'images utilisé pour la projection dans un environnement cinématographique

3.6

produit de consommation

article destiné aux consommateurs ou susceptible d'être utilisé par eux, même s'il ne leur est pas destiné

Note 1 à l'article: Les produits ou appareils fournis dans le cadre d'un service aux consommateurs sont également considérés comme des produits de consommation.

Note 2 à l'article: Les produits (appareils) RG3 sont destinés uniquement à un usage professionnel, et ne sont pas destinés à être utilisés par les consommateurs.

3.7

émission à ondes entretenues

émission CW

émission d'un projecteur qui peut être considérée comme continue lorsque la puissance lumineuse est continue pendant une durée supérieure à 0,25 s, et lorsque la puissance de crête rayonnée n'est pas supérieure à 1,5 fois la puissance rayonnée moyenne

Note 1 à l'article: L'abréviation «CW» est dérivée du terme anglais développé correspondant «continuous wave».

3.8

projecteur d'image-écran

appareil utilisant un projecteur d'images avec imageur(s) numérique(s) employé couramment dans les bureaux, réunions et argumentations de vente

Note 1 à l'article: Des exemples d'imageurs numériques sont le MEMS et l'affichage à cristaux liquides.

3.9

pupille de sortie

image du diaphragme qui fonctionne également comme une ouverture virtuelle de l'objectif de projection

Note 1 à l'article: La position de la source apparente correspond à la position apparente de la pupille de sortie (voir Figure 1).

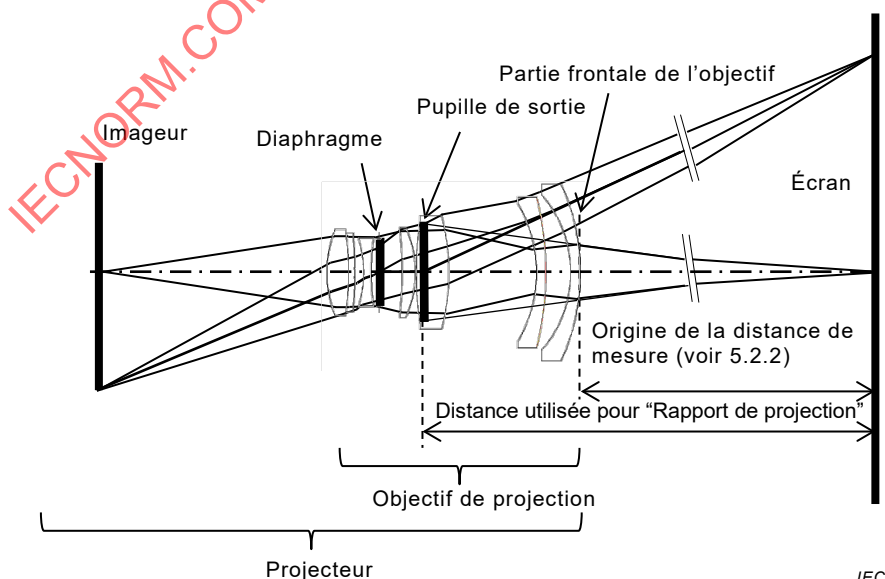


Figure 1 – Pupille de sortie de projecteur

3.10

limite d'exposition

LE

valeur maximale d'exposition de l'œil ou de la peau au rayonnement optique dont il n'est pas attendu d'effets biologiques délétères

Note 1 à l'article: Ces LE servent à déterminer les distances de danger eu égard aux effets photobiologiques.

3.11

rapport exposition/limite

REL

rapport du niveau d'exposition et de la limite d'exposition

Note 1 à l'article: Étant donné que les deux valeurs peuvent être des fonctions de la distance et de la durée d'exposition, le REL peut dépendre de la distance d'exposition et de la durée d'exposition.

3.12

champ de vision

γ

angle solide (angle d'admission) sous lequel le détecteur, par exemple un radiomètre ou un spectroradiomètre, «voit» la source, et dans lequel le détecteur reçoit les radiations

Note 1 à l'article: Unité SI: stéradian (sr).

Note 2 à l'article: Il convient de ne pas confondre le champ de vision avec l'étendue angulaire de la source apparente, α .

Note 3 à l'article: Un angle plan est parfois utilisé pour décrire un champ de vision se présentant sous forme d'un angle solide à symétrie circulaire.

Note 4 à l'article: Le champ de vision est parfois désigné sous le nom de «angle d'admission» (voir 3.3).

3.13

installation à projecteur fixe

projecteur installé de façon permanente ou semi-permanente en un emplacement fixe

EXEMPLE Un projecteur à usage cinématographique monté dans une cabine de projection.

3.14

distance de danger

DD

distance par rapport au point d'accès au projecteur par une personne, à laquelle la luminance énergétique ou l'éclairement énergétique du faisceau dépasse la limite d'exposition (LE: voir 3.10) applicable

Note 1 à l'article: La distance de danger pour un projecteur est déterminée par la LE pendant une durée d'exposition de 0,25 s. Ceci constitue également la base de temps de la limite d'émission accessible des appareils RG2.

3.15

projecteur à usage domestique

projecteur d'images utilisé pour les présentations audiovisuelles dans un environnement domestique dans des conditions non contrôlées et dans le cadre d'un usage non professionnel

3.16

appareil de projection d'images

membre de la famille d'appareils qui comprend tous les types de projecteurs d'images tels que les projecteurs d'image-écran (voir 3.8), les projecteurs à usage domestique (voir 3.15) et les projecteurs à usage cinématographique (voir 3.5)

3.17

utilisation prévue

utilisation d'un produit, d'un processus ou d'une application conformément aux spécifications, instructions et informations données par le fabricant ou le fournisseur

3.18

lampe

dispositif alimenté électriquement qui émet un rayonnement optique dans la plage de longueurs d'onde comprise entre 200 nm et 3 000 nm, à l'exception du rayonnement laser non diffus direct

3.19

appareil utilisant des lampes

appareil alimenté électriquement qui comporte une ou plusieurs lampes, y compris les accessoires, les optiques de projection et les composants électriques ou électroniques intégrés, tels que prévus par le fabricant

Note 1 à l'article: Un tel appareil peut inclure des diffuseurs, des enceintes et/ou des optiques de modification de faisceau. Un projecteur d'images (voir 3.16) est un type d'appareil utilisant des lampes.

3.20

système de projection à illumination laser

système PIL

appareil utilisant des lampes de projection qui émet une lumière diffusée visible due à une ou plusieurs sources de lumière laser afin de remplacer les lampes de projection classiques

3.21

diode électroluminescente

LED

diode solide à jonction p-n émettant un rayonnement optique incohérent sous l'action d'un courant électrique

Note 1 à l'article: L'abréviation «LED» est dérivée du terme anglais développé correspondant «light emitting diode».

3.22

projecteur à affichage à cristaux liquides

projecteur LCD

projecteur qui utilise un panneau à image numérisée LCD projeté par l'appareil

Note 1 à l'article: L'abréviation «LCD» est dérivée du terme anglais développé correspondant «liquid-crystal display».

3.23

imageur à système microélectromécanique

imageur à MEMS

système microélectromécanique avec champs électro-optiques de micromiroirs

Note 1 à l'article: L'abréviation «MEMS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «micro-electro-mechanical system».

3.24

optiques de modification

composants optiques de traitement de la lumière, tels que des filtres, objectifs et réflecteurs, qui modifient les caractéristiques du rayonnement optique émis par la source de lumière d'origine lorsqu'elle est intégrée à un projecteur d'images (voir 3.16)

3.25

projecteur

système optique qui utilise la réflexion et/ou la réfraction pour augmenter l'intensité lumineuse interne à un angle solide limité

Note 1 à l'article: La lumière émise dans un angle solide limité est généralement désignée comme le "faisceau".

Note 2 à l'article: Le faisceau émis est généralement incident sur un écran ou sur une autre surface diffuse telle qu'un mur d'habitation ou de salle.

3.26

lampe de projection

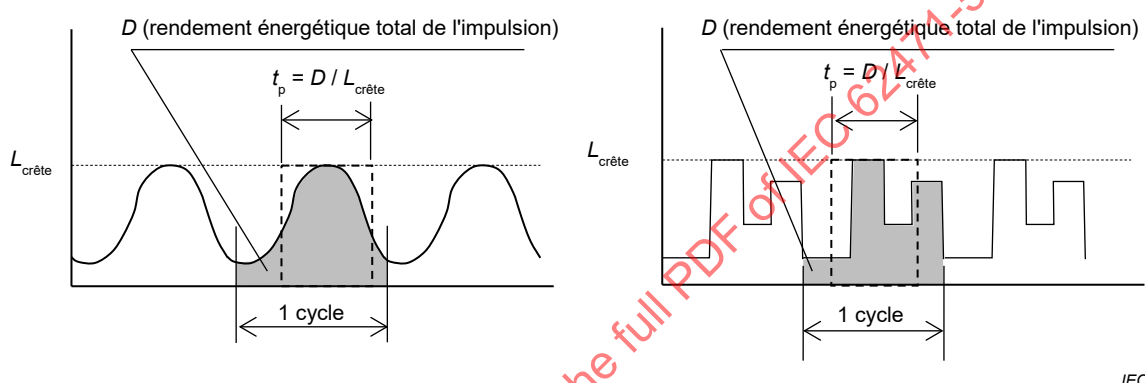
lampe dont l'élément lumineux est monté de telle sorte que cette dernière puisse être utilisée avec un système optique pour projeter la lumière dans les directions choisies

3.27

durée d'impulsion

t_p

intervalle de temps calculé par le rapport $D/L_{\text{crête}}$ où D est le rendement énergétique total de l'impulsion et $L_{\text{crête}}$ est la luminance énergétique de crête de cette même impulsion (voir Figure 2)



IEC

Figure 2 – Exemples d'application de la définition de durée d'impulsion

Note 1 à l'article: Unité: seconde (s).

Note 2 à l'article: Pour une impulsion à forme d'émission temporelle triangulaire ou rectangulaire, cette définition de la durée d'impulsion est identique à la définition de largeur à mi-crête (FWHM³).

Note 3 à l'article: Une impulsion rectangulaire, représentée à la Figure 2 par des limites discontinues, avec la durée d'impulsion t_p a le même rendement énergétique et la même luminance énergétique de crête que l'impulsion réelle.

3.28

émission pulsée

émission sous forme d'une impulsion unique ou d'un train d'impulsions où chaque impulsion est censée avoir une durée inférieure à 0,25 s

Note 1 à l'article: Une émission pulsée renvoie à un appareil produisant un train continu d'impulsions ou un rayonnement modulé dont la puissance de crête rayonnée est au moins supérieure de 1,5 fois à la puissance rayonnée moyenne.

3.29

luminance énergétique

L

grandeur définie par la formule

$$L = d\Phi / (dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega)$$

dans une direction donnée et en un point donné d'une surface réelle ou fictive,

³ FWHM = full width at half maximum.

où

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

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

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

Note 1 à l'article: Unité SI: watt par mètre carré par stéradian ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$).

3.30

rendement énergétique

D

grandeur de luminance énergétique en temps intégré définie par l'équation

$$D = dQ_e / (dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega)$$

où

dQ_e est l'énergie rayonnante transmise par un faisceau élémentaire passant par le point donné et se propageant dans l'angle solide ($d\Omega$) contenant la direction donnée;

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

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

Note 1 à l'article: Unité SI: joule par mètre carré par stéradian ($\text{J}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$).

Note 2 à l'article: Terme équivalent: "luminance énergétique (en temps intégré)".

3.31

zone restreinte

zone où une mesure de contrôle technique et/ou administratif est mise en place pour limiter l'accès, sauf au personnel autorisé ayant une formation de sécurité appropriée

Note 1 à l'article: L'accès est possible uniquement par l'emploi d'un outil, d'un verrou, d'une clé ou d'un autre moyen de sécurité.

3.32

luminance énergétique moyennée dans l'espace

L_{sa}

grandeur définie par l'équation

$$L_{sa} = d\Phi / (dA_\gamma \cdot \cos\theta \cdot d\Omega)$$

luminance énergétique moyennée dans l'espace sur un angle d'admission donné afin de tenir compte des facteurs physiologiques tels que les mouvements oculaires (parfois appelée "luminance énergétique physiologique")

où

$d\Phi$ est le flux énergétique;

dA_γ est limitée par la surface du champ de vision (voir 3.12);

θ est l'angle entre la perpendiculaire à cette section et la direction du faisceau;

$d\Omega$ est l'angle solide

Note 1 à l'article: Unité SI: watt par mètre carré par stéradian ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$).

Note 2 à l'article: La luminance énergétique moyennée dans l'espace peut être inférieure à la luminance énergétique de source vraie (voir 3.34).

3.33**rapport de projection****RP**

rapport entre la distance de la pupille de sortie et l'écran et la largeur de l'image sur ce même écran

Note 1 à l'article: Il est ainsi calculé de manière approchée par l'inverse de la tangente de l'angle complet du faisceau lumineux dans la direction horizontale (voir Figure 3).

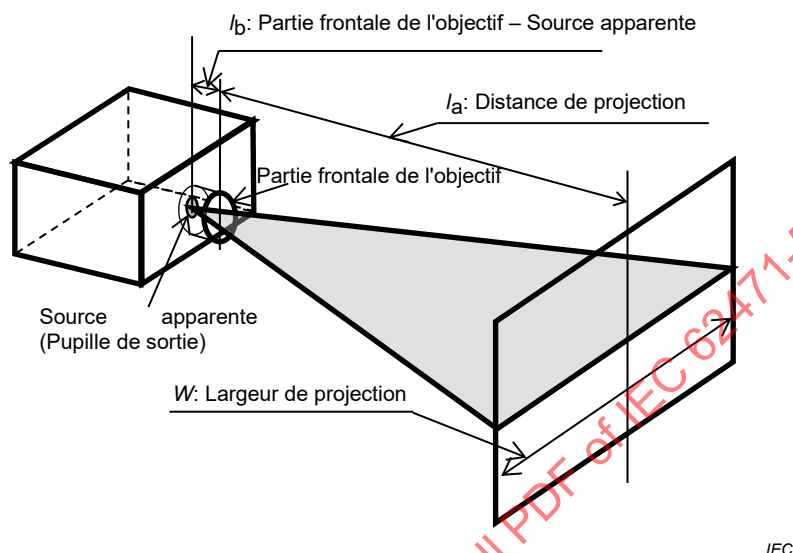


Figure 3 – Définition du rapport de projection

Note 2 à l'article: $RP = (l_a + l_b)/W$.

3.34**luminance énergétique de source vraie****L**

luminance énergétique de l'élément émetteur de la source, mesurée de manière physique

Note 1 à l'article: L'angle d'admission moyen applicable pour la détermination de la luminance énergétique ne doit pas être supérieur à 1,5 mrad.

Note 2 à l'article: Unité SI: watt par mètre carré par stéradian ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$).

Note 3 à l'article: Cette définition diffère de la luminance énergétique moyennée dans l'espace (voir 3.32). Il s'agit d'une grandeur utile en tant qu'information concernant la source de lumière de projection (voir 5.7.3). Pour la luminance énergétique moyennée dans l'espace, il convient que l'angle d'admission donné ait une valeur telle que définie dans le Tableau 1 ou le Tableau 2. Cette valeur est définie sur la base de facteurs physiologiques. Alors qu'il convient de calculer la moyenne de la luminance énergétique de source vraie sur un angle de petites dimensions en vue d'une plus grande exactitude, l'angle moyen maximal admis est défini comme étant égal à 1,5 mrad.

3.35**observation involontaire**

condition d'exposition involontaire oculaire au rayonnement optique

4 Généralités**4.1 Base d'établissement des groupes de risques**

L'IEC 62471 spécifie la méthode par défaut qui permet de déterminer le groupe de risques propre à toute lampe ou à tout produit intégrant une lampe, à moins qu'une norme (spécifique à l'application) verticale n'existe. Les groupes de risques définis dans l'IEC 62471 indiquent le degré de risque dû aux dangers de rayonnement optique potentiels et réduisent le plus

possible la nécessité de mesurages supplémentaires. Les groupes de risques ont été développés sur la base de décennies d'expérience en matière d'utilisation de lampes et de l'analyse des lésions accidentelles liées aux émissions de rayonnement optique (pour lesquelles les lésions étaient généralement relativement rares, sauf celles dues, par exemple, aux lampes à émission de rayons ultraviolets ou aux lampes à arc).

Les groupes de risques sont décrits comme suit:

- Le groupe sans risque (RG0) pour lequel aucun danger optique n'est considéré comme raisonnablement prévisible, même pour une utilisation continue non limitée.
- Les appareils appartenant au groupe de risques 1 (RG1) sont sans danger pour la plupart des applications, sauf dans le cas d'expositions oculaires directes de très longue durée (observation fixe de la source pendant de très longues durées, supérieures à 100 s).
- Les appareils appartenant au groupe de risques 2 (RG2) ne présentent pas de danger optique en raison de la réaction de défense à une lumière vive qui fait que des expositions de longue durée (observation fixe de la source) ne sont pas raisonnablement prévisibles. Les projecteurs RG2 peuvent être utilisés en toute sécurité dans toutes les situations, sauf dans le cas où une observation (directe) intrafaisceau est prévue.
- Les appareils appartenant au groupe de risques 3 (RG3) présentent un danger potentiel même pour des expositions temporaires à une distance proche et les exigences concernant la sécurité des appareils sont généralement essentielles. Les projecteurs RG3 présentent un risque dû à une observation (directe) intrafaisceau à une distance proche. Des informations pour l'utilisateur sur les mesures de protection doivent être fournies. Les appareils de projection RG3 exigent une utilisation contrôlée ou une installation particulière (par exemple, projecteurs cinématographiques), et il convient que les instructions de l'utilisateur indiquent clairement la distance de danger, ainsi que les exigences concernant une utilisation surveillée ou une installation particulière. Il convient que l'utilisateur, sur la base de l'étiquetage et de l'information de l'utilisateur, reconnaisse le risque et prenne des mesures de protection.

Les appareils RG3 sont destinés uniquement à un usage professionnel, et ne sont pas destinés à être utilisés par les consommateurs.

4.2 Exemples d'applications

4.2.1 Projecteurs RG0 / RG1

Les exemples typiques sont les projecteurs de film ou de diapositives tungstènes-halogènes classiques à usage domestique ou les picoprojecteurs.

4.2.2 Projecteurs RG2

Par exemple, les projecteurs à usage domestique ou les projecteurs mobiles peuvent être des projecteurs RG2.

4.2.3 Projecteurs RG3

Par exemple, les systèmes de projection de luminance élevée utilisés au cinéma ou au théâtre peuvent être des projecteurs RG3. Les projecteurs de location réservés aux applications scéniques professionnelles, séminaires et autres manifestations importantes peuvent également être des projecteurs RG3.

4.3 Lampes de projection

Il convient de noter que le système de classification par groupes de risques défini dans l'IEC 62471 dans sa version actuelle est appliqué principalement aux lampes. Toutefois, les fabricants de projecteurs d'images sont chargés d'évaluer l'appareil final. Ils peuvent avoir des capacités limitées en matière d'essais et de mesurages, et peuvent devoir se fier aux données relatives aux lampes fournies par le fabricant de lampes. Par conséquent, des

recommandations sont fournies en 5.7 sur comment et quand les fabricants de systèmes de projection peuvent se fier aux données fournies par le fabricant de lampes.

4.4 Critères d'évaluation (contexte)

Les conditions de mesure normalisées prennent en compte le spectre d'émission et, selon le danger, l'éclairement énergétique ou la luminance énergétique moyennée dans l'espace, afin de déterminer le risque pour les yeux et/ou la peau. Les conditions de mesure sont liées à des conditions d'exposition potentiellement dangereuses et des conditions d'observation directe potentielles, et prennent en considération les facteurs physiologiques de l'œil, tels que l'accommodation, la taille de la pupille et la réaction de défense.

Les conditions d'évaluation et de mesure diffèrent nécessairement pour des appareils différents utilisant des lampes d'application particulière, tels que les appareils de projection d'images. Des groupes d'application différents définissent diverses conditions d'exploitation, de maintenance et d'entretien. L'évaluation appliquée aux projecteurs d'images (comme type spécifique d'appareil utilisant des lampes) dans la présente norme verticale justifie des conditions de mesure quelque peu différentes de celles définies dans l'IEC 62471 pour les lampes. Les exigences définies dans la présente norme (verticale) spécifique à l'application limitent le groupe de risques des appareils qui peut être utilisé dans certaines applications spécifiques, telles que dans des environnements domestiques ou dans des écoles. Les caractéristiques de performance sont basées sur les spécifications des groupes de risques et sur les mesures de contrôle spécifiques à l'application. Des recommandations de base, fondées sur la probabilité d'une observation de source directe, sont fournies à l'Article 6. La hiérarchie des mesures de sécurité applicables suit le classement par ordre de priorité accepté au niveau international des mesures de sécurité du fabricant. Les moyens de contrôle techniques (par exemple, filtre, blindage, etc.) sont prioritaires, suivis des mesures organisationnelles collectives, et enfin, uniquement si les mesures susmentionnées ne permettent pas de réduire dans la pratique le risque à un niveau tolérable, des équipements de protection individuelle.

La présente norme de sécurité spécifie plusieurs valeurs limites afin de refléter différents dangers photobiologiques. Chacune de ces limites, en principe, doit être évaluée séparément par rapport aux émissions accessibles respectives (voir Annexe A). Les valeurs limites sont exprimées en tant qu'éclairement énergétique ou luminance énergétique.

Chaque groupe de risques est associé à différentes bases de temps comme indiqué dans le Tableau 4.

Pour déterminer le groupe de risques, il faut tout d'abord déterminer l'émission accessible, puis cette dernière est comparée aux valeurs LEA fournies dans le Tableau 3 pour les bases de temps fournies dans le Tableau 4 (voir Annexe B).

- L'appareil est un appareil RG0 (Groupe sans risque) si aucune émission accessible ne dépasse les valeurs LEA RG0.
- L'appareil est un appareil RG1 si toute émission accessible dépasse les valeurs LEA RG0, mais si aucune émission accessible ne dépasse les valeurs LEA RG1.
- L'appareil est un appareil RG2 si toute émission accessible dépasse les valeurs LEA RG1, mais si aucune émission accessible ne dépasse les valeurs LEA RG2.
- L'appareil est un appareil RG3 si toute émission accessible dépasse les valeurs LEA RG2. Lorsque le RG3 doit être affecté à un projecteur d'images, l'EA pour les appareils à UV, UV-A et IR doit être inférieure à la LEA pour le RG2 (voir 6.1).

5 Détermination des groupes de risques

5.1 Conditions d'essai

Le projecteur d'images doit satisfaire aux exigences de sécurité définies dans la présente partie de l'IEC 62471 dans toutes les conditions de fonctionnement prévisibles et appropriées pour son utilisation prévue. Les paramètres à prendre en compte doivent comprendre:

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

Si rien n'est prévu dans une norme de sécurité de produit spécifique, les paragraphes appropriés de l'IEC 60950-1 et/ou de l'IEC 60065 doivent s'appliquer.

L'appareil doit être ajusté pour obtenir une émission maximale. La source de lumière doit être utilisée à la puissance de sortie optique maximale. Cela signifie, pour les projecteurs d'images, qu'il convient de choisir la modulation, la couleur et les caractéristiques spatiales de manière à obtenir la puissance rayonnante la plus élevée.

L'évaluation doit inclure les conditions de premier défaut raisonnablement prévisibles telles que la défaillance des diffuseurs ou des optiques de traitement du faisceau lumineux préalablement à la défaillance des objectifs ou circuits de projection. L'émission accessible du projecteur d'images ne doit pas dépasser la LEA du groupe de risques (RG) affecté dans les conditions de premier défaut raisonnablement prévisible, quelles qu'elles soient. Il convient d'appliquer les concepts d'analyse du risque afin de déterminer si un défaut donné est ou non raisonnablement prévisible.

Il n'est pas obligatoire de mesurer l'émission accessible ou l'étendue angulaire de la source apparente (comme paramètre de la LEA). Ces paramètres peuvent également être déterminés par calcul, ou ils peuvent être déduits des informations fournies par le fabricant de lampes (voir 5.7). De même, selon le type de source de lumière, il n'est pas nécessaire de déterminer certaines valeurs d'émission accessible (selon la plage de longueurs d'onde associée) comme spécifié dans le Tableau A.1.

5.2 Conditions de mesure pour les projecteurs d'images

5.2.1 Rapport de projection de mesure

Les systèmes de projection à focale fixe qui ne disposent pas de zoom ajustable doivent être mesurés avec l'objectif ajusté de manière à obtenir une luminance énergétique maximale.

Les projecteurs à objectif (zoom) à rapport de projection ajustable non interchangeable doivent être ajustés de manière à obtenir le rapport le plus élevé entre la luminance énergétique et la LEA.

Les projecteurs à objectifs interchangeables doivent être soumis à essai avec le rapport de projection ajusté à 2,0 ou plus.

5.2.2 Distance de mesure

L'émission accessible doit être déterminée à une distance de 1,0 m du point d'accès par une personne le plus proche vers la source de lumière le long de l'axe du faisceau lumineux (voir Annexe D).

5.3 Position et taille de la source apparente, calcul de l'étendue angulaire

Dans la présente partie de l'IEC 62471, la position de la source apparente est définie comme l'emplacement de la pupille de sortie de l'objectif de projection.

Le diamètre est défini par la 'largeur à mi-crête' (FWHM) (voir Figure 4).

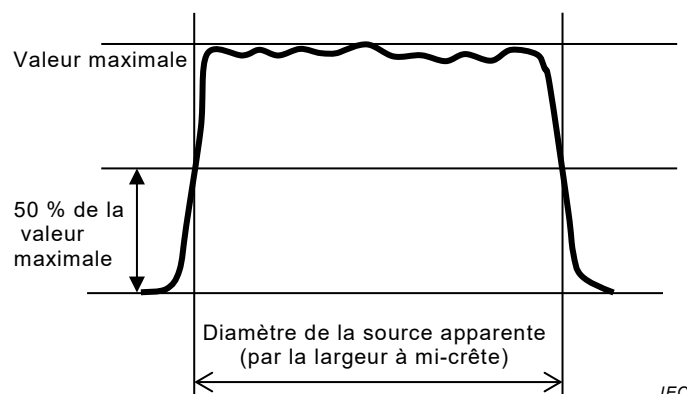


Figure 4 – Diamètre de la source apparente

Lorsque la pupille de sortie est remplie entièrement d'un motif d'éclairement énergétique (clignotant), les diamètres extérieurs de la pupille de sortie peuvent être utilisés pour déterminer l'étendue angulaire α telle qu'observée par rapport à la distance de mesure (voir Annexe C).

La LEA pour le danger thermique rétinien dépend du paramètre α , à savoir l'étendue angulaire de la source apparente (voir 3.4). L'étendue angulaire de la source apparente est calculée à l'aide de la distance entre l'observateur et la source apparente. Lorsque la luminance énergétique (EA à comparer à la LEA thermique rétinienne) est déterminée avec un angle d'admission moyen de 11 mrad, la valeur minimale de α pour la détermination de la LEA est alors de 11 mrad. Lorsque la luminance énergétique est déterminée avec un angle d'admission moyen de 5 mrad (par exemple, pour les émissions pulsées), la valeur minimale de α pour la détermination de la LEA ne doit pas être inférieure à 5 mrad.

L'étendue angulaire d'une source oblongue doit être déterminée par la moyenne arithmétique des dimensions angulaires maximale et minimale de la source. Par exemple, pour une source tubulaire de 10 mm de diamètre et de 20 mm de long, à une distance d'observation $l = 1$ m, dans une direction perpendiculaire à l'axe de la lampe, l'étendue angulaire sera déterminée à partir de la dimension moyenne, Z ;

$$Z = (20 + 10) / 2 = 15 \text{ mm (0,015 m)}.$$

Ainsi

$$\alpha = Z/l = 0,015 / 1 = 0,015 \text{ rad}.$$

Toute dimension angulaire plus grande que $\alpha_{\max}$ doit être limitée à $\alpha_{\max}$ et toute dimension angulaire inférieure à $\alpha_{\min}$ doit être limitée à $\alpha_{\min}$, avant de déterminer la moyenne arithmétique.

NOTE Dans la présente partie de l'IEC 62471, la valeur de $\alpha_{\min}$ est 0,001 5 rad.

5.4 Mesurage de l'éclairement énergétique – diaphragmes spécifiés

Lorsque les limites définies dans l'IEC 62471 sont applicables à l'exposition à l'éclairement énergétique ou à l'exposition énergétique, les valeurs d'angle d'admission sont spécifiées dans le Tableau 1.

Les mesurages de l'éclairement énergétique doivent être effectués afin d'inclure les zones localisées d'éclairement énergétique maximal dans la section du faisceau. Dans la mesure où par hypothèse le profil d'éclairement énergétique du faisceau pour une image blanche peut

être homogène (profil d'éclairement énergétique constant), le diamètre du diaphragme de calcul de l'éclairement énergétique moyen n'est pas critique. Un diaphragme plus grand peut être utilisé pour améliorer le rapport signal-bruit. Les diamètres d'optiques d'entrée typiques sont de 20 mm, mais tant que l'existence d'un profil d'éclairement énergétique uniforme est assurée, des diamètres de diaphragme jusqu'à 50 mm peuvent être utilisés.

5.5 Mesurage de la luminance énergétique

Dans les cas où les limites sont fournies sous forme de luminance énergétique ou de rendement énergétique à comparer à l'EA qui correspond à la luminance énergétique moyennée dans l'espace, les données de luminance énergétique de source doivent être déterminées avec les paramètres d'objectif de projecteur et de rapport de projection tels que spécifiés en 5.2.1. Le champ de vision (angle d'admission moyen du détecteur de luminance énergétique) est donné dans le Tableau 1 pour les émissions à ondes entretenues et dans le Tableau 2 pour les émissions pulsées. La zone de la source produisant la luminance énergétique spatiale maximale (point chaud) doit être déterminée.

Tableau 1 – Critères de mesure — champ de vision (angles d'admission) pour une source d'émission à ondes entretenues

Identification du danger	Plage de longueurs d'onde, nm	Angle d'admission γ , rad		
		Groupe sans risque	Groupe de risques 1	Groupe de risques 2
UV	200 à 400	1,4	1,4	1,4
UV-A	315 à 400	1,4	1,4	1,4
Lumière bleue	300 à 700	0,11	0,011	0,011
Thermique rétinien	380 à 1 400	0,011	0,011	0,011
IR cornée/objectif	780 à 3 000	1,4	1,4	1,4

Tableau 2 – Critères de mesure — champ de vision (angles d'admission) pour une source d'émission pulsée

Identification du danger	Plage de longueurs d'onde, nm	Angle d'admission γ , rad		
		Groupe sans risque	Groupe de risques 1	Groupe de risques 2
UV	200 à 400	1,4	1,4	1,4
UV-A	315 à 400	1,4	1,4	1,4
Lumière bleue	300 à 700	0,11	0,011	0,011
Thermique rétinien	380 à 1 400	0,005	0,005	0,005
IR cornée/objectif	780 à 3 000	1,4	1,4	1,4

5.6 Limites d'émission accessible

5.6.1 Pour les émissions à ondes entretenues

Lorsque l'émission est continue pendant des durées supérieures à 0,25 s et lorsque la puissance de crête rayonnée n'est pas supérieure à 1,5 fois la puissance rayonnée moyenne, il n'est pas nécessaire d'appliquer les critères d'impulsion définis en 5.6.2. Dans ce cas, l'EA pour le danger thermique rétinien est déterminée comme luminance énergétique moyenne (moyenne calculée sur une durée de 0,25 s) et est comparée à la LEA à ondes entretenues pour le danger thermique rétinien spécifié dans le Tableau 3 (voir 3.7).

Tableau 3 – LEA (Limites d'émission accessible) pour les groupes de risques propres aux lampes et appareils utilisant des lampes qui émettent un rayonnement optique à ondes entretenues

Danger	Plage de longueurs d'onde, nm	Symbole pour le niveau d'émission ¹	Limites d'émission			Unités
			Groupe sans risque	Groupe de risques 1	Groupe de risques 2	
UV ²	200 à 400	E_S	0,001	0,003	0,03	$W \cdot m^{-2}$
UV-A ²	315 à 400	E_{UVA}	10	33	100	$W \cdot m^{-2}$
Lumière bleue	300 à 700	L_B	100	10 000	4 000 000	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Lumière bleue, petite source	300 à 700	E_B	1,0	1,0	400	$W \cdot m^{-2}$
Thermique rétinien	380 à 1 400	L_R	28 000/ α	28 000/ α	28 000/ α	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Chambre antérieure de l'œil exposée aux IR ²	780 à 3 000	E_{IR}	100	570	3200	$W \cdot m^{-2}$

¹ Les symboles pour les niveaux d'émission (E_S , E_{UVA} , L_B , E_B , L_R , E_{IR}) et chaque formule sont définis dans l'IEC 62471. Certaines formules des niveaux d'émission ci-dessus sont définies au moyen des fonctions de pondération $B(\lambda)$ et $R(\lambda)$ (voir Tableau 8).

² Pour un projecteur d'images qui doit être affecté au RG3, l'EA pour les rayonnements UV, UV-A et IR ne doit pas dépasser la LEA spécifique au RG2.

Tableau 4 – Valeurs de base de temps associées aux groupes de risques et aux dangers

Danger	Groupe sans risque	Groupe de risques 1	Groupe de risques 2
UV	30 000 s	10 000 s	1 000 s
UV-A	1 000 s	300 s	100 s
Lumière bleue rétinienne	10 000 s	100 s	0,25 s
Thermique rétinien	0,25 s	0,25 s	0,25 s
Exposition de la cornée aux rayonnements infrarouges	1 000 s	100 s	10 s

Tableau 5 – Limite d'émission thermique rétinienne de base

Durée d'exposition t	Luminance énergétique L_R^{EL}	Unité
$t \leq 1 \mu s$	$0,63 \alpha^{-1} \cdot t^{-1}$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
$1 \mu s < t \leq 0,25 s$	$2,0 \times 10^4 \cdot \alpha^{-1} \cdot t^{-0,25}$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
$t > 0,25 s$	Déterminée comme émission à ondes entretenues	

L'étendue angulaire de la source apparente α est exprimée en radians, et t est exprimée en secondes.

La valeur de α dans la détermination de la LEA ne doit pas être inférieure à α_{min} ni supérieure à α_{max} .

5.6.2 Pour les émissions pulsées

5.6.2.1 Généralités

Il convient de considérer l'émission comme pulsée si la puissance de crête rayonnée est supérieure à 1,5 fois la puissance rayonnée moyenne (voir 3.28).

5.6.2.2 Pour les limites rétinienne d'exposition aux UV, UV-A et photochimique, et la limite cornéenne d'exposition aux rayonnements IR

Comparer l'éclairement énergétique moyenné ou la luminance énergétique moyennée aux valeurs LEA du Tableau 3 (calcul de la moyenne sur la base de temps associée au groupe de risques et à la limite respective, voir Tableau 4).

5.6.2.3 Pour la limite thermique rétinienne

Pour les projecteurs qui émettent un rayonnement optique pulsé, les critères de classification doivent s'appliquer aux exigences les plus restrictives concernant une impulsion unique ou tout groupe d'impulsions quel qu'il soit.

Les critères ci-dessous s'appliquent au cas général d'émission pulsée.

En général, deux critères s'appliquent, et l'émission accessible respective ne doit pas dépasser la LEA pour l'un ou l'autre des deux critères a) et b) suivants.

- a) Comparer la luminance énergétique moyennée aux valeurs LEA du Tableau 5.
 - (a-1) Pour les trains d'impulsions à émission régulière (paramètres d'impulsion constante), calculer la moyenne sur une base de temps de 0,25 s.
 - (a-2) Pour les séquences d'impulsions irrégulières, calculer la moyenne sur des durées d'émission inférieures ou égales à 0,25 s afin d'analyser également les groupes d'impulsions.
- b) Comparer la luminance énergétique de crête de chaque impulsion aux valeurs LEA du Tableau 5. Les valeurs LEA doivent être multipliées par le facteur C_5 dans le Tableau 6.

La durée d'impulsion est définie comme suit: $t_p = D/L_{\text{crête}}$ (voir 3.27).

La valeur de α utilisée dans le calcul de la LEA est définie dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Valeurs de C_5 et de α pour le calcul de la LEA

Condition		Valeur de C_5	Valeur de α pour le calcul de la LEA
$\alpha \leq 0,005 \text{ rad}$		1,0	0,005 rad
$0,005 \text{ rad} < \alpha \leq \alpha_{\text{max}}$	$N \leq 40$	$N^{-0,25}$	α
	$N > 40$	0,4	α
$\alpha_{\text{max}} < \alpha < 0,1 \text{ rad}$	$N \leq 625$	$N^{-0,25}$	α_{max}
	$N > 625$	0,2	α_{max}
$\alpha \geq 0,1 \text{ rad}$		1,0	α_{max}

N est le nombre d'occurrences d'impulsions dans la base de temps.

α_{max} est définie dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Valeurs de $\alpha_{\max}$ dépendant de la durée d'impulsion

Durée d'émission	Étendue angulaire maximale $\alpha_{\max}$
$t_p < 625 \mu\text{s}$	0,005 rad
$625 \mu\text{s} \leq t_p < 0,25 \text{ s}$	$0,2 t_p^{0,5} \text{ rad}$ où t_p est donnée en secondes
$t_p \geq 0,25 \text{ s}$	0,1 rad

5.6.3 Fonctions de pondération spectrale

Les fonctions de pondération spectrale pour l'évaluation des dangers rétinien sont données dans le Tableau 8.

Les fonctions de pondération spectrale pour l'évaluation des dangers liés aux rayonnements ultraviolets sont données dans l'IEC 62471.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62471-5:2015

Tableau 8 – Fonctions de pondération spectrale $B(\lambda)$ et $R(\lambda)$ pour l'évaluation des dangers rétiens

Longueur d'onde nm	Fonction de pondération spectrale des dangers de la lumière bleue $B(\lambda)$	Fonction de pondération spectrale des dangers thermiques rétiens $R(\lambda)$
300 à 375	0,01	–
380	0,01	0,01
385	0,013	0,013
390	0,025	0,025
395	0,05	0,05
400	0,10	0,10
405	0,20	0,20
410	0,40	0,40
415	0,80	0,80
420	0,90	0,90
425	0,95	0,95
430	0,98	0,98
435	1,0	1,0
440	1,0	1,0
445	0,97	1,0
450	0,94	1,0
455	0,90	1,0
460	0,80	1,0
465	0,70	1,0
470	0,62	1,0
475	0,55	1,0
480	0,45	1,0
485	0,40	1,0
490	0,22	1,0
495	0,16	1,0
500 à 600	$10^{[(450-\lambda)/50]}$	1,0
600 à 700	0,001	1,0
700 à 1050	–	$10^{[(700-\lambda)/500]}$
1050 à 1150	–	0,20
1150 à 1200	–	$0,2 \cdot 10^{0,02(1150-\lambda)}$
1200 à 1400	–	0,02

Des longueurs d'onde représentatives sont présentées: il convient d'obtenir d'autres valeurs par interpolation logarithmique à des longueurs d'onde intermédiaires.

NOTE Les Tableaux 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 sont issus du document ICNIRP 2013 [1] et s'écartent de l'IEC 62471:2006.

5.7 Application des informations fournies par les fabricants de lampes

5.7.1 Généralités

Dans des conditions spécifiques, l'évaluation d'une seule lampe est directement transférable à l'appareil utilisant des lampes ou au luminaire. Le groupe de risques reste le même ou peut être réduit (par l'emploi de filtres, etc.). Toutefois, la règle générale applicable aux projecteurs d'images veut que les optiques de projection servent d'élément de grossissement de la source de lumière d'origine; de fait, la taille de la source à la distance de référence peut être augmentée, et l'éclairement énergétique du faisceau à la distance de référence est également augmenté. Lorsque la luminance énergétique de la lampe est déterminée comme étant moyennée sur un angle d'admission donné et que la lampe est plus petite que l'angle d'admission moyen, la luminance énergétique moyennée du projecteur est alors également augmentée (la loi de conservation de la luminance énergétique doit être utilisée avec prudence).

5.7.2 Limites en matière d'exposition à l'éclairement énergétique/exposition énergétique

Dans les domaines spectraux compris entre 200 nm et 400 nm et entre 780 nm et 3 000 nm, pour lesquels les limites d'émission données dans l'IEC 62471 s'appliquent à l'exposition à l'éclairement énergétique ou à l'exposition énergétique, les mesurages d'une lampe intégrée ne peuvent pas être simplement transférés directement au système de projection, mais exigent une analyse de la filtration et de la concentration optiques par les optiques de projection afin de déterminer le groupe de risques applicable au système.

Les optiques supplémentaires modifient l'éclairement énergétique d'une source (c'est-à-dire peuvent avoir un effet significatif) lorsque la classification est basée sur des critères d'exposition à l'éclairement énergétique ou d'exposition énergétique.

5.7.3 Limites en matière de luminance énergétique ou de rendement énergétique

Dans les cas où les limites d'émission données dans l'IEC 62471 sont fournies en ce qui concerne la luminance énergétique moyennée dans l'espace ou le rendement énergétique moyenné dans l'espace, la loi de conservation de la luminance énergétique doit être utilisée avec prudence. C'est-à-dire, si la luminance énergétique de source vraie d'une source de lumière (lampe à arc, LED simple, etc.) est inférieure au niveau de luminance énergétique spécifié (par groupe de risques), l'appareil final utilisant des lampes (ou le réseau de LED final) ne peut également pas dépasser les limites d'émission accessible. La luminance énergétique de source vraie peut être réduite par les diaphragmes et les affaiblissements de transmission, mais pas augmentée au-delà de celle de la lampe nue. L'IEC 62471 exige des mesurages des valeurs de luminance énergétique moyennée dans l'espace (voir 3.32), ce qui a pour conséquence que la relation entre le champ de vision et la zone source, telle qu'utilisée pour la caractérisation d'un seul composant, peut être modifiée par les optiques de projection. Par conséquent, lorsque la lampe est plus petite que l'angle d'admission moyen (champ de vision), ou lorsqu'elle a des points chauds de luminance énergétique, la luminance énergétique moyennée telle que déterminée pour la lampe peut être augmentée de manière significative du fait des optiques de projection.

6 Exigences du fabricant

6.1 Généralités

L'objectif principal de la classification par groupes de risques propres aux projecteurs effectuée par le fabricant est de déterminer la nécessité de moyens de contrôle techniques et d'informer l'utilisateur sur les dangers potentiels qui peuvent exiger des mesures de précaution ou des limites en matière d'installation. Par conséquent, lorsqu'il est déterminé qu'un projecteur relève du groupe de risques 1, 2 ou 3, il est important d'informer l'utilisateur par l'étiquetage et les données du manuel utilisateur, eu égard aux dangers potentiels qui peuvent exiger des contrôles.

Le groupe de risques du projecteur d'images doit être déterminé selon l'Article 5.

Les projecteurs RG2 ou appartenant à un groupe de risques inférieur peuvent être des projecteurs RG3 lorsqu'ils sont équipés d'objectifs interchangeables avec des rapports de projection plus élevés. Ces objectifs doivent comporter des informations pour l'utilisateur (voir 6.7.5).

Les projecteurs appartenant au groupe de risques 1 et au groupe sans risque n'exigent pas de contrôles, dans la mesure où il ne peut être raisonnablement prévu que l'émission des projecteurs d'images soit dirigée vers les yeux des personnes pendant de longues périodes de temps (heures).

Les appareils RG3 sont destinés uniquement à un usage professionnel, et ne sont pas destinés à être utilisés par les consommateurs.

Les appareils doivent être conçus de manière à ne pas émettre de rayonnement optique inutile en dehors de la plage de longueurs d'onde comprise entre 380 nm et 780 nm. Pour les projecteurs d'images affectés au RG3, l'EA pour les rayonnements UV, UV-A et IR doit être inférieure à la LEA spécifique au RG2.

Les appareils doivent être conçus pour des variations prévisibles des conditions d'installation (la possibilité d'installation suspendue, dans un véhicule, etc.).

6.2 Détermination de la distance de danger

Pour les appareils RG3, la distance de danger doit être déterminée sous une puissance d'émission maximale à chaque rapport de projection.

Pour les objectifs interchangeables, il convient de déterminer la distance de danger prévisible maximale.

La base d'établissement de la distance de danger est la LEA applicable au danger thermique rétinien avec une durée d'exposition de 0,25 s retenue par hypothèse (voir Tableau 3 et Tableau 5). La valeur de α doit être exprimée en radians. Voir l'Annexe E pour des informations supplémentaires.

6.3 Disposition de sécurité "démarrage progressif"

L'émission initiale des projecteurs RG2 et RG3 après mise sous tension doit être contrôlée de sorte que l'émission à puissance maximale débute au plus tôt une bonne seconde après la première émission lumineuse de l'objectif.

NOTE "L'émission à puissance maximale" inclut tout éclairage énergétique partiel de la surface de projection.

6.4 Dispositions de sécurité facultatives

6.4.1 Projection d'un message d'avertissement

Le risque d'une exposition dangereuse potentielle peut être réduit lors du démarrage du système, par l'emploi de signaux visuels ou sonores. De plus, un texte et/ou graphique d'avertissement peut être projeté à l'écran. Un avertissement projeté peut comporter un texte tel que 'Ne pas observer fixement le faisceau'. L'indication de la distance de danger peut également servir de recommandations utiles pour l'utilisateur.

EXEMPLE "Ne pas exposer directement les yeux à la lumière projetée à une distance par rapport à l'objectif de projection inférieure à <insérer la distance de danger>".

6.4.2 Réduction de la puissance par système de capteurs

Les capteurs qui détectent la position du corps humain ou l'emplacement d'objets dans des zones dangereuses sont utilisés très couramment dans les processus d'automatisation des usines. Si de tels dispositifs ont un niveau de fiabilité suffisamment élevée et si la puissance de sortie est réduite automatiquement lorsque du personnel ou des objets réfléchissants pénètrent dans la zone dangereuse, un système de protection de ce type peut alors être considéré comme efficace pour réduire le risque d'exposition à la lumière dangereuse.

6.5 Étiquetage des appareils

6.5.1 Généralités

Chaque appareil doit être muni d'étiquette(s) conformément aux exigences contenues dans les articles correspondants suivants, en fonction de la classification par groupes de risques.

- Les étiquettes doivent être durables, fixées de façon permanente, lisibles et clairement visibles au cours du fonctionnement, de la maintenance ou de l'entretien, selon leur objet.
- Il convient de les placer de sorte qu'elles puissent être lues sans que cela nécessite l'exposition de personnes à un rayonnement optique supérieur à la LEA applicable.
- Il convient d'adapter la taille de l'étiquette et du symbole à la taille de l'appareil.
- Pour l'étiquette RG2 (Figure 6), l'étiquette RG3 (Figure 9) et le symbole d'avertissement contre le rayonnement optique (Figure 10), le texte et les bordures doivent être en noir sur fond jaune.

Lorsque le projecteur comporte des lasers (projecteurs à illumination laser), l'étiquette applicable exigée au 4.4 de l'IEC 60825-1:2014 doit être également apposée sur l'appareil.

NOTE Les projecteurs ayant un système à laser incorporé et dont la luminance énergétique accessible en fonctionnement normal est inférieure au seuil spécifié dans l'IEC 60825-1:2014 sont exemptés de la classification des appareils à laser et de son étiquetage de classification associé pour la lumière de projection. Cet étiquetage des appareils à laser s'applique uniquement à des émissions laser accessibles à l'exception de la lumière de projection. Ainsi l'étiquette des appareils à laser serait généralement de classe 1 ou, dans quelques cas, de classe 2. L'étiquetage conformément à la présente partie de l'IEC 62471 s'applique à la lumière de projection.

Il convient que le manuel utilisateur comporte les reproductions de toutes les étiquettes exigées.

Les projecteurs RG2 ou appartenant à un groupe de risques inférieur, tels qu'ils ont été évalués avec le rapport de projection défini dans la présente partie de l'IEC 62471, qui peuvent être des projecteurs RG3 lorsqu'ils sont équipés d'objectifs interchangeables avec des rapports de projection plus élevés, doivent comporter un étiquetage supplémentaire (voir 6.6).

Les explications de chaque étiquette selon chaque groupe de risques sont données dans le Tableau 9.

Tableau 9 – Étiquetage des appareils

RG0	RG1	RG2	RG3
Non exigé	Non exigé [Facultatif]	• Étiquette de mise en garde représentée à la Figure 6. - ou • Symbole de mise en garde RG2 représenté à la Figure 7. - ou • Pictogramme de mise en garde RG2 représenté à la Figure 8 ou dessin similaire.	• Étiquette d'avertissement représentée à la Figure 9. • Symbole d'avertissement contre le rayonnement optique représenté à la Figure 10. • Symbole "Non destiné à un usage domestique" représenté à la Figure 11.

6.5.2 Projecteur RG0

Le projecteur RG0 est sans risque pour un usage général.

Les appareils de projection n'exigent aucun étiquetage supplémentaire.

6.5.3 Projecteur RG1

Une étiquette facultative indique que la mention "RG1" peut être apposée sur l'appareil (voir Figure 5).



Figure 5 – Étiquette RG1 (facultative)

6.5.4 Projecteur RG2

Une étiquette doit être apposée sur l'appareil, similaire à l'étiquette:

"Mise en garde Ne pas observer fixement le faisceau RG2" (voir Figure 6).



Figure 6 – Étiquette RG2

En variante,

- le symbole de mise en garde RG2 (Figure 7), incluant le symbole IEC 60417-6069 (2011-08), avec l'ajout du texte "RG2" peut être utilisé, ou
- le pictogramme de mise en garde RG2 (Figure 8) ou un dessin similaire, avec l'ajout du texte "RG2" peut être utilisé.

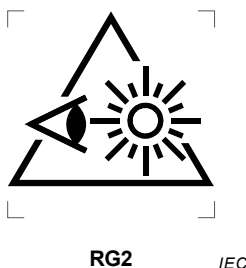


Figure 7 – Symbole de mise en garde RG2

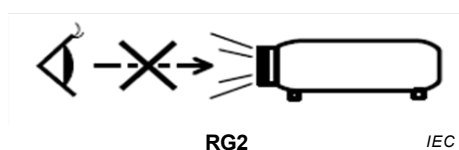


Figure 8 – Pictogramme de mise en garde RG2

Il convient de placer le symbole de mise en garde RG2 à proximité du diaphragme. L'impression ou la gravure directe sur l'appareil est acceptable.

6.5.5 Projecteur RG3

Une étiquette doit être apposée sur l'appareil, similaire à l'étiquette:

"Avertissement! Ne pas regarder le faisceau. Aucune exposition directe oculaire au faisceau n'est admise, RG3. Distance de danger: Se reporter au manuel" (voir Figure 9).

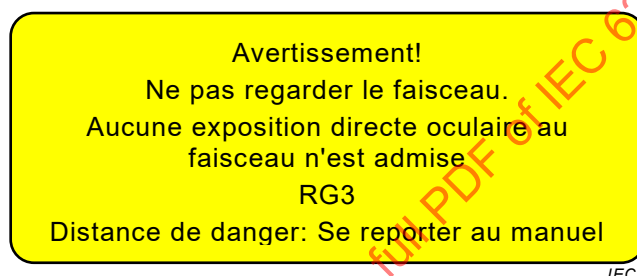


Figure 9 – Étiquette RG3

Les projecteurs RG3 doivent également porter le symbole d'avertissement contre le rayonnement optique [ISO 7010-W027 (2011-05), voir Figure 10] et le symbole "Non destiné à un usage domestique" [IEC 60417-5109 (2002-10), voir Figure 11].



Figure 10 – Symbole d'avertissement contre le rayonnement optique

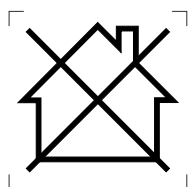


Figure 11 – Symbole "Non destiné à un usage domestique"

6.6 Informations pour l'utilisateur

6.6.1 Généralités

Les fabricants doivent fournir des informations pour l'utilisateur appropriées selon le groupe de risques de l'appareil.

Les informations pour l'utilisateur doivent inclure la classification par groupes de risques du projecteur, les mesures de précaution exigées et la distance de danger applicable à un appareil RG3 le cas échéant. Le groupe de risques doit être décrit dans le manuel utilisateur avec l'intitulé et l'édition de la présente norme.

L'utilisation prévue normale et les instructions de sécurité doivent être décrites de manière détaillée. Lorsque cela est exigé, les exigences de formation et d'installation (par exemple, exigences concernant les zones d'accès restreint) doivent être spécifiées dans le manuel utilisateur.

NOTE La législation nationale sur la sécurité et la santé au travail (OSH⁴) et/ou la sécurité lors des manifestations peut comporter des exigences supplémentaires ou différentes.

Le fabricant doit fournir des informations sur la façon dont la distance de danger peut changer pour différentes fonctionnalités optiques (c'est-à-dire fonctionnalité de variation de focale, objectifs interchangeables) propres aux appareils RG3.

Si des objectifs interchangeables peuvent être utilisés avec le projecteur, toutes les distances de danger possibles les plus défavorables raisonnablement prévisibles doivent être énumérées pour la plage appropriée d'optiques de modification dans le manuel utilisateur (voir 6.7). Ces valeurs peuvent être affichées sur un graphique ou un tableau et peuvent être basées sur des calculs (voir l'Annexe E).

Les explications des informations spécifiées, selon chaque groupe de risques, sont données dans le Tableau 10.

6.6.2 Évaluation de la zone accessible à l'utilisateur

L'apposition d'une étiquette ou d'un symbole suffit pour mettre en garde contre toute observation fixe de l'appareil à des distances proches.

Toutefois, un système RG3 a une distance de danger associée pour une observation directe temporaire (durée d'exposition de 0,25 s retenue par hypothèse), supérieure à 1 m. Il convient que la personne qui se trouve dans la zone accessible dans les limites de la distance de danger soit protégée contre ce danger d'observation potentiel. Outre des étiquettes d'avertissement, des exigences supplémentaires concernant les projecteurs de type RG3 destinées à éviter ce type de risque sont alors nécessaires.

Les exigences concernant la sécurité de l'utilisateur dans la zone accessible d'un système RG3 sont définies en 6.6.3.5.

⁴ OSH = occupational safety and health.

6.6.3 Informations pour l'utilisateur (manuel utilisateur)

6.6.3.1 Généralités

Tableau 10 – Informations pour l'utilisateur dans le manuel utilisateur

RG1	RG2	RG3
• "RG1 IEC 62471-5:2015"	• "Comme avec toute source de lumière vive, ne pas observer fixement le faisceau direct, RG2 IEC 62471-5:2015" • Reproductions de toutes les étiquettes exigées	• "Aucune exposition directe au faisceau ne doit être admise, RG3 IEC 62471-5:2015" • Distance de danger • "Les opérateurs doivent contrôler l'accès au faisceau dans les limites de la distance de danger ou installer l'appareil à la hauteur qui empêche l'exposition oculaire des spectateurs dans les limites de la distance de danger" • Reproductions de toutes les étiquettes exigées

6.6.3.2 Projecteur RG0

Les projecteurs RG0 sont sans risque pour un usage général.

Les appareils de projection n'exigent aucune information particulière.

6.6.3.3 Projecteur RG1

Les manuels utilisateur et les informations sur les produits doivent indiquer "RG1 IEC 62471-5:2015".

6.6.3.4 Projecteur RG2

Les manuels utilisateur et les informations sur les produits doivent indiquer le texte suivant ou un texte équivalent:

"Comme avec toute source de lumière vive, ne pas observer fixement le faisceau, RG2 IEC 62471-5:2015"

6.6.3.5 Projecteur RG3

Le groupe de risques et les informations sur les dangers, y compris la distance de danger selon le rapport de projection, doivent être fournis.

Les informations pour l'utilisateur doivent indiquer qu'il faut que l'utilisateur comprenne le risque et applique des mesures de protection basées sur la distance de danger comme l'indiquent l'étiquette et les informations pour l'utilisateur. La méthode d'installation, des barrières, un système de détection ou une autre mesure de contrôle applicable doivent empêcher toute exposition oculaire dangereuse au rayonnement dans les limites de la distance de danger.

Par exemple, il convient de positionner les projecteurs cinématographiques qui ont une distance de danger supérieure à 1 m et émettent de la lumière dans une zone non contrôlée où des personnes peuvent être présentes, conformément aux paramètres "installation de projecteur fixe", ce qui donne une distance de danger qui ne s'étend pas dans la zone de présence du public à moins que le faisceau ne soit à au moins 2 m du sol. Dans des environnements non cinématographiques où un comportement non restreint est raisonnablement prévisible, il convient que la hauteur de séparation minimale soit supérieure ou égale à 3,0 m, ce qui empêche toute exposition potentielle, par exemple celle d'une personne assise sur les épaules d'une autre, à l'intérieur de la distance de danger. Par

exemple, une hauteur de séparation suffisamment importante peut être obtenue par une installation suspendue du projecteur d'images ou par l'utilisation de barrières physiques.

Les manuels utilisateur et les informations sur les produits doivent indiquer le texte suivant ou un texte équivalent:

- "Aucune exposition directe au faisceau ne doit être admise, RG3 IEC 62471-5:2015".
- "Les opérateurs doivent contrôler l'accès au faisceau dans les limites de la distance de danger ou installer l'appareil à la hauteur qui empêche les yeux des spectateurs de se trouver dans la distance de danger".

6.6.4 Informations pour l'utilisateur pour la maintenance

Les instructions pour le remplacement des lampes doivent indiquer clairement les risques et les procédures appropriées. En cas de maintenance du projecteur RG3, seul le personnel d'entretien formé autorisé dédié aux appareils RG3 doit exécuter ces tâches.

Des conseils relatifs aux procédures d'exploitation en toute sécurité et aux avertissements concernant une mauvaise utilisation raisonnablement prévisible, des dysfonctionnements et les modes de défaillance dangereuse doivent être donnés dans le manuel utilisateur. Lorsque des procédures de maintenance sont détaillées, elles doivent inclure des instructions explicites relatives aux pratiques de sécurité.

6.7 Étiquetage et informations pour l'utilisateur pour les projecteurs d'images avec lesquels le groupe de risques est modifié par un objectif interchangeable

6.7.1 Généralités

Lorsque le projecteur comporte un 'système à optiques de modification' (objectif de projection) amovible, les informations sur la distance de danger selon les spécifications optiques de l'objectif doivent être indiquées.

Étant donné que la détermination du groupe de risques dans le cas d'optiques amovibles est effectuée pour un rapport de projection (RP) de 2,0, des objectifs dont le RP est supérieur à 2,0 peuvent générer potentiellement une distance de danger de plus de 1 m. Lorsqu'il existe des optiques de modification amovibles avec un RP supérieur à 2,0 qui peuvent être utilisés avec l'appareil, et lorsqu'un RP plus élevé génère une distance de danger de plus de 1 m (voir également l'Annexe E), les étiquettes suivantes spécifiées en 6.7.2 doivent être apposées sur l'appareil et également contenues dans le manuel utilisateur.

Les projecteurs qui passent au groupe de risques 3 sont destinés uniquement à un usage professionnel, et ne sont pas destinés à être utilisés par les consommateurs.

6.7.2 Étiquetage du projecteur

Outre l'étiquette RG standard (comme pour l'étiquette RG2, le message d'avertissement est fourni), le message suivant ou un message similaire doit être porté sur la même étiquette:

"Ce projecteur peut être un projecteur RG3 lorsqu'un objectif interchangeable dont le rapport de projection est supérieur à xxx (valeur unique pour chaque projecteur) est installé. Se reporter au manuel pour la liste des objectifs et la distance de danger avant utilisation. Ce type de combinaison de projecteur et d'objectif est destiné uniquement à un usage professionnel, et n'est pas destiné à être utilisé par les consommateurs. "

Même si le RG d'origine est RG1 ou RG0, cet avertissement doit être donné sous la forme d'une étiquette.

L'étiquette peut être celle représentée à la Figure 12, à la Figure 13 ou à la Figure 14;

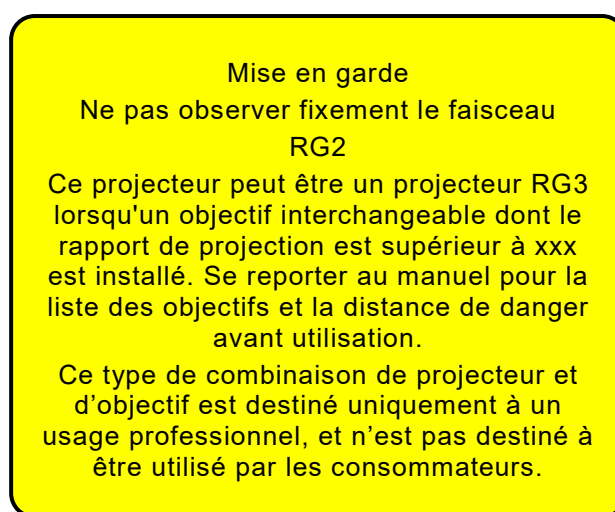


Figure 12 – Étiquette RG2 avec mise en garde pour les appareils de type RG3

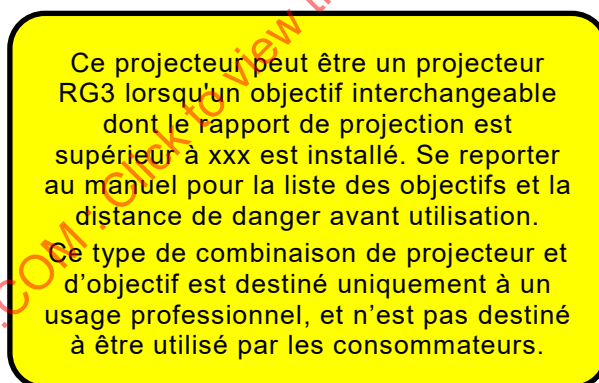
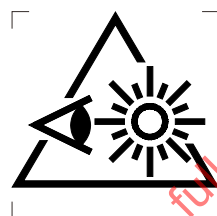
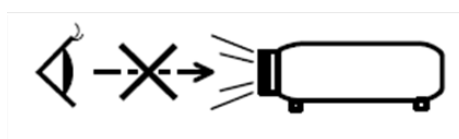


Figure 13 – Étiquette de mise en garde RG2 avec mise en garde pour les appareils de type RG3



RG2

Ce projecteur peut être un projecteur RG3 lorsqu'un objectif interchangeable dont le rapport de projection est supérieur à xxx est installé. Se reporter au manuel pour la liste des objectifs et la distance de danger avant utilisation.

Ce type de combinaison de projecteur et d'objectif est destiné uniquement à un usage professionnel, et n'est pas destiné à être utilisé par les consommateurs.

Figure 14 – Pictogramme RG2 avec mise en garde pour les appareils de type RG3

6.7.3 Marquage sur l'objectif interchangeable

La mention "Plage de rapports de projection" ou "Numéro de modèle" doit être apposée avec sa valeur de paramètre appropriée sur les objectifs interchangeables de sorte que l'utilisateur puisse identifier le nom et la valeur du paramètre de l'extérieur même après l'installation.

L'impression ou la gravure directe sur l'appareil est acceptable.

En l'absence de marquage, le fabricant doit concevoir le projecteur de sorte qu'il affiche à l'écran les informations sur le danger mentionnées en 6.7.2. Ces informations doivent être affichées au début de la projection sous la forme d'émissions inférieures au niveau RG3 jusqu'à leur interruption par une action manuelle.

6.7.4 Informations pour l'utilisateur contenues dans le manuel utilisateur du projecteur

Les informations doivent comprendre:

- L'explication de la modification de l'ampleur des dangers du fait de l'installation d'objectifs interchangeables. Cette explication doit inclure l'avertissement propre aux projecteurs RG3 similaire à ce qui suit:
 "Aucune exposition directe au faisceau ne doit être admise"
 "Les opérateurs doivent contrôler l'accès au faisceau dans les limites de la distance de danger ou installer l'appareil à une hauteur qui empêche l'exposition oculaire dans les limites de la distance de danger".
- La liste des numéros de modèle (ou désignations de modèle) des objectifs interchangeables du projecteur.
- La distance de danger avec le rapport de projection maximal de chaque objectif lorsqu'il est monté sur le projecteur. Il convient que le fabricant choisisse une méthode pour informer les utilisateurs qui soit facilement compréhensible, telle que la présentation des informations sous forme de tableau ou de graphique.

6.7.5 Informations pour l'utilisateur contenues dans le manuel utilisateur de l'objectif interchangeable

Les informations doivent comprendre: