

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Photobiological safety of lamps and lamp systems –
Part 7: Light sources and luminaires primarily emitting visible radiation**

**Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes –
Partie 7: Sources de lumière et luminaires qui émettent principalement
un rayonnement visible**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2023 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 Secretariat
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 corrigendum or an amendment might have been published.

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

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 une fois par mois par email.

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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Photobiological safety of lamps and lamp systems –
Part 7: Light sources and luminaires primarily emitting visible radiation**

**Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes –
Partie 7: Sources de lumière et luminaires qui émettent principalement
un rayonnement visible**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.140.01; 31.260

ISBN 978-2-8322-6523-9

**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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Optical radiation hazards of light sources and luminaires.....	15
5 Actinic UV hazards exposure for skin and eye (200 nm to 400 nm).....	16
5.1 General.....	16
5.2 Actinic UV assessment for light sources.....	16
5.3 Actinic UV assessment for luminaires	16
6 UV-A hazard assessment for the eye lens (315 nm to 400 nm).....	17
6.1 General.....	17
6.2 UV-A light source and luminaire assessment	17
7 Retinal blue light hazard assessment (300 nm to 700 nm)	18
7.1 General.....	18
7.2 Blue light hazard assessment for light sources.....	18
7.3 Blue light hazard assessment for luminaires	18
7.4 Retinal blue light hazard assessment – Small source (300 nm to 700 nm).....	21
8 Retinal thermal hazard assessment (380 nm to 1 400 nm).....	21
8.1 General.....	21
8.2 Retinal thermal hazard for light source assessment	21
8.3 Retinal thermal hazard assessment for luminaire	22
8.4 Retinal thermal hazard assessment – Weak visual stimulus (780 nm to 1 400 nm)	22
9 Infrared hazard assessment for the eye (780 nm to 3 000 nm).....	22
9.1 General.....	22
9.2 Light source and luminaire assessment.....	23
10 Thermal hazard assessment for the skin (380 nm to 3 000 nm)	23
10.1 General.....	23
10.2 Light source and luminaire assessment.....	23
Annex A (informative) Information on emission limits for light sources and luminaires.....	24
Annex B (informative) Information on UV hazards exposure (200 nm to 400 nm)	26
Annex C (informative) Information on retinal hazards (300 nm to 1 400 nm).....	27
Annex D (informative) Information on IR-hazard (380 nm to 3 000 nm)	29
Annex E (informative) Example of a complete luminaire assessment of a LED office luminaire	30
E.1 UV assessment.....	30
E.1.1 Actinic UV (Clause 5)	30
E.1.2 UV-A (Clause 6)	30
E.2 Retinal hazard assessment.....	30
E.2.1 Blue light hazard (Clause 7).....	30
E.2.2 Thermal retinal hazard (Clause 8).....	30
E.3 Infrared radiation hazard assessment for the eye (780 nm to 3 000 nm) (Clause 9).....	30
E.4 Thermal hazard assessment for the skin (380 nm to 3 000 nm) (Clause 10).....	30
Bibliography.....	31

Figure C.1 – Flowchart to define worst-case (minimum) time to dose for the assessment of the blue light hazard L_B as a function of application-specific conditions of luminaires 28

Table 1 – Optical radiation hazards covered in this document 15

Table 2 – Application-related blue light radiance emission limits at assessment distances for luminaires 20

www.Lisungroup.com

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PHOTOBIOLOGICAL SAFETY OF LAMPS AND LAMP SYSTEMS –**Part 7: Light sources and luminaires primarily emitting visible radiation**

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.

IEC 62471-7 has been prepared by IEC technical committee 34: Lighting. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
34/1004/FDIS	34/1011/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 62471 series, published under the general title *Photobiological safety of lamps and lamp systems*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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.

www.Lisungroup.com

INTRODUCTION

The wording "lamps and lamp systems" is used in the title of the IEC 62471 series. However, in the title of this Part 7, the wording "light sources and luminaires" is used. The reason for this is that due to the introduction of new LED technologies the characteristics of the light-generating components have changed. Therefore, the terms "electrical light source" and "luminaire" are nowadays used in TC 34 instead of "lamp" and "lamp system".

"Electric light source" is the generic term for products which produce light; the term "lamp" (light source with a lamp cap-holder system) is thereby included.

"Luminaire" is the basic term (see IEC 60050-845:2020, 845-30-001) for a product that includes all necessary accessories and describes a device that distributes, filters, or transforms the light produced from at least one source of optical radiation and which includes, except the sources themselves, all the parts necessary for fixing and protecting the sources and, where necessary, circuit auxiliaries together with the means for connecting them to the power supply.

When luminaires are designed and constructed in accordance with the requirements of this document, they are presumed to function safely under normal use and present a photobiological hazard. Conformity of luminaires can be verified by application of the assessment procedures described in this document.

The light sources can be interchangeable or an integral part of the luminaire. If the light source is an integral part of the luminaire, the luminaire can also be considered a light source system (corresponding to a lamp system).

Most electrical light sources and luminaires within the scope of this document will not present a photobiological hazard due to their spectra, their light distribution, the light levels, and the natural aversion responses – people do not usually stare into bright sources, for example. There remain, however, some light sources and luminaires, which have the potential to pose adverse health effects from the emitted optical radiation. Exposure limits for a range of photobiological hazards associated with broad-band optical radiation sources have been developed and published by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).

This document introduces a new assessment procedure to address the various lighting applications in which the intended purpose is the illumination of objects and scenes and in signalling applications. This new approach uses revised time bases (and emission limits) related to the intentional or unintentional direct viewing of the luminaire and assessment distances depending on application. These emission limits are based on the exposure limits of the ICNIRP.

In this document, a complete procedure is used to cover all photobiological hazards in the range of 200 nm to 3 000 nm as implemented in IEC 62471.

This procedure, based on a product- and application-related assessment, leads to a pass/fail result for a specific product in that given application.

PHOTOBIOLOGICAL SAFETY OF LAMPS AND LAMP SYSTEMS –

Part 7: Light sources and luminaires primarily emitting visible radiation

1 Scope

This part of IEC 62471 specifies an assessment of the photobiological safety of electrical light sources and luminaires in normal use as well as some basic product requirements. It applies to electrical light sources and luminaires that emit radiation predominantly in the visible spectral range (380 nm to 780 nm) and are used to illuminate spaces or objects or used for signalling.

Electrical light sources and luminaires designed for emitting radiation in the visible range can also emit radiation in the ultraviolet (UV) and infrared (IR) regions depending on the technology applied. This document, therefore, includes the blue light, thermal, UV, UV-A, IR and skin thermal hazards for the optical radiation over the wavelength range 200 nm to 3 000 nm.

Electrical light sources and luminaires that are designed to predominantly emit radiation outside the visible spectral range (380 nm to 780 nm) (e.g. UV sterilizers or industrial heaters) are not within the scope of this document.

Electrical light sources for illumination are considered to emit continuous light for photobiological safety assessment. This includes light sources with pulse width modulation (PWM).

This document can also be applied to the illumination function of multi-function luminaires which can simultaneously perform functions other than illumination. Other standards can be applied to the non-illumination function(s).

This document can also be applied to electric light sources and luminaires which emit visible light, when there is no limitation on the presence of people (e.g. horticulture).

This document can also be applied to laser products used for illumination and signalling when the conditions of IEC 60825-1:2014, 4.4 are met.

NOTE See IEC 60825-1:2014 for other requirements of laser products.

This document is intended to be referenced by product standards for the assessment of applicable photobiological safety aspects. Additional details for the photobiological safety assessment and data presentation are specified in the product standards.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-845, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 845: Lighting*, available at <http://www.electropedia.org>

IEC 60598-1:2020, *Luminaires – Part 1: General requirements and tests*

IEC 62471:2006, *Photobiological safety of lamps and lamp systems*

IEC 62471-5:2015, *Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 5: Image projectors*

3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1

blue light hazard

BLH

potential for a photochemically induced retinal injury (photic maculopathy) resulting from optical radiation exposure at wavelengths primarily between 400 nm and 500 nm

Note 1 to entry: This damage mechanism dominates over the thermal damage mechanism for exposure durations exceeding 10 s.

Note 2 to entry: The weighting function extends into the UV-A for persons without a normal UV-A absorbing lens.

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-26-055, modified – In Note 2 to entry "action spectrum" has been replaced with "weighting function".]

3.2

exposure limit

maximum level of exposure of a surface, usually the eye or skin, that is not expected to result in adverse biological effects

Note 1 to entry: Exposure limits for human safety of optical radiation, H_L , are normally recommended by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).

Note 2 to entry: Exposure limits are often based on irradiance (e.g. for the skin), but where relevant, can also be based on radiance (e.g. the blue light hazard of extended sources).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-26-072]

3.3

emission limit

specified maximum emission level of a source of optical radiation that is not expected to result in adverse biological effect for a specific application

Note 1 to entry: Evaluation of sources to the emission limits can be based upon reasonably foreseeable conditions of time-weighted exposure. It incorporates both the concept of exposure duration and exposure distance and is derived from exposure limits.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-03-12, modified – The domain has been deleted, the definition has been adapted in relation to optical radiation and the Note to entry has been added.]

3.4 field of view FOV

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

Note 1 to entry: The field of view should not be confused with the angular subtense of the apparent source, α .

Note 2 to entry: A plane angle is sometimes used to describe a circular symmetric solid angle field of view.

Note 3 to entry: The field of view is expressed in steradian (sr).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-25-077]

3.5 illuminance

E_V

density of incident luminous flux with respect to area at a point on a real or imaginary surface

$$E_V = \frac{d\Phi_V}{dA}$$

where Φ_V is luminous flux and A is the area on which the luminous flux is incident

Note 1 to entry: Illuminance can be derived from the spectral irradiance distribution by

$$E_V = K_m \int_0^{\infty} E_{e,\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d(\lambda)$$

where K_m is maximum luminous efficacy, $E_{e,\lambda}(\lambda)$ is the spectral irradiance at wavelength λ and $V(\lambda)$ is spectral luminous efficiency.

Note 2 to entry: The corresponding radiometric quantity is "irradiance". The corresponding quantity for photons is "photon irradiance".

Note 3 to entry: The illuminance is expressed in lux ($\text{lx} = \text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-060]

3.6 infrared radiation IRR

optical radiation for which the wavelengths are longer than those for visible radiation

Note 1 to entry: For infrared radiation, the range between 780 nm and 1 mm is commonly subdivided into:

IR-A: 780 nm to 1 400 nm, or 0,78 μm to 1,4 μm ;

IR-B: 1,4 μm to 3,0 μm ;

IR-C: 3 μm to 1 mm.

Note 2 to entry: A precise border between "visible radiation" and "infrared radiation" cannot be defined because visual sensation at wavelengths greater than 780 nm can be experienced.

Note 3 to entry: In some applications the infrared spectrum has also been divided into "near", "middle", and "far" infrared; however, the borders necessarily vary with the application.

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-004]

3.7 irradiance

density of incident radiant flux with respect to area at a point on a real or imaginary surface

$$E_e = \frac{d\Phi_e}{dA}$$

where Φ_e is radiant flux and A is the area on which the radiant flux is incident

Note 1 to entry: The corresponding photometric quantity is "illuminance". The corresponding quantity for photons is "photon irradiance".

Note 2 to entry: The irradiance is expressed in watt per square metre ($W \cdot m^{-2}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-053]

3.8 electric light source

primary light source with the means for connecting to the power supply and usually designed to be incorporated into a luminaire

Note 1 to entry: In IEC standards, "light source" and "lamp" are commonly used with the same meaning.

Note 2 to entry: An electric light source can be an electric lamp, or LED module designed to be connected by terminals, connectors, or similar devices.

Note 3 to entry: For products that have the same physical characteristics as electric light sources for general lighting but that are built to emit optical radiation (IEV 845-21-002) mainly in the IR or UV spectrum, the term "IR lamp" or "UV lamp" is often used.

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-27-004, modified – In Note 1 to entry, "and "lamp" are" has been added and Note 3 to entry has been added.]

3.9 luminaire

apparatus which distributes, filters or transforms the light transmitted from at least one source of optical radiation and which includes, except the sources themselves, all the parts necessary for fixing and protecting the sources and, where necessary, circuit auxiliaries together with the means for connecting them to the power supply

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-30-001]

3.10 optical radiation

electromagnetic radiation at wavelengths between the region of transition to X-rays ($\lambda \approx 1 \text{ nm}$) and the region of transition to radio waves ($\lambda \approx 1 \text{ mm}$)

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-002]

3.11 radiance

 L_e
 L

density of radiant intensity with respect to projected area in a specified direction at a specified point on a real or imaginary surface, expressed by

$$L_e = \frac{dI_e}{dA} \cdot \frac{1}{\cos\alpha}$$

where I_e is radiant intensity, A is area, and α is the angle between the normal to the surface at the specified point and the specified direction

Note 1 to entry: In a practical sense, the definition of radiance can be thought of as dividing a real or imaginary surface into an infinite number of infinitesimally small surfaces which can be considered as point sources, each of which has a specific radiant intensity, I_e , in the specified direction. The radiance of the surface is then the integral of these radiance elements over the whole surface.

The equation in the definition can mathematically be interpreted as a derivative (i.e. a rate of change of radiant intensity with projected area) and could alternatively be rewritten in terms of the average radiant intensity \bar{I}_e as:

$$L_e = \lim_{A \rightarrow 0} \bar{I}_e \cdot \frac{1}{A \cos\alpha}$$

Hence, radiance is often considered as a quotient of averaged quantities; the area, A , should be small enough that uncertainties due to variations in radiant intensity within that area are negligible, otherwise, the quotient

$\bar{I}_e = \frac{\bar{I}_e}{A} \cdot \frac{1}{\cos\alpha}$ gives the average radiance and the specific measurement conditions have to be reported with the result.

Note 2 to entry: For a surface being irradiated, an equivalent formula in terms of irradiance, E_e , and solid angle, Ω , is

$L_e = \frac{dE_e}{d\Omega} \cdot \frac{1}{\cos\theta}$, where θ is the angle between the normal to the surface being irradiated and the direction of irradiation. This form is useful when the source has no surface (e.g. the sky, the plasma of a discharge).

Note 3 to entry: An equivalent formula is $L_e = \frac{d\Phi_e}{dG}$, where Φ_e is radiant flux and G is geometric extent.

Note 4 to entry: Radiant flux can be obtained by integrating radiance over projected area, $A \cdot \cos\alpha$, and solid angle, Ω :

$$\Phi_e = \iint L_e \cdot \cos\alpha \cdot dA \cdot d\Omega$$

Note 5 to entry: Since the optical extent, expressed by $G \cdot n^2$, where G is geometric extent and n is refractive index, is invariant, the quantity expressed by $L_e \cdot n^{-2}$ is also invariant along the path of the beam if the losses by absorption, reflection and diffusion are taken as 0. That quantity is called "basic radiance".

Note 6 to entry: The equation in the definition can also be described as a function of radiant flux, Φ_e . In this case, it is mathematically interpreted as a second partial derivative of the radiant flux at a specified point (x, y) in space in a specified direction (ϑ, φ) with respect to projected area, $A \cdot \cos\alpha$, and solid angle, Ω ,

$$L_e(x, y, \vartheta, \varphi) = \frac{\partial^2 \Phi_e(x, y, \vartheta, \varphi)}{\partial A(x, y) \cdot \cos\alpha \cdot \partial \Omega(\vartheta, \varphi)}$$

where α is the angle between the normal to that area at the specified point and the specified direction.

Note 7 to entry: The corresponding photometric quantity is "luminance". The corresponding quantity for photons is "photon radiance".

Note 8 to entry: The radiance is expressed in watts per square metre per steradian ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-049]

3.12

retina

membrane situated inside the back of the eye that is sensitive to light stimuli

Note 1 to entry: The retina contains photoreceptors and nerve cells that interconnect and transmit to the optic nerve the signals resulting from stimulation of the photoreceptors. The photoreceptors in the human retina are of three types: rods and cones, which are responsible for vision, and intrinsically photosensitive retinal ganglion cells (ipRGCs), which play a role in controlling circadian and neuro-endocrine systems.

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-22-001]

3.13

spectral irradiance

$E_{e,\lambda}$

E_λ

density of irradiance with respect to wavelength

Note 1 to entry: The spectral irradiance is expressed by

$$E_{e,\lambda} = \frac{dE_e(\lambda)}{d\lambda}$$

where $E_e(\lambda)$ is irradiance in terms of wavelength λ .

Note 2 to entry: The spectral irradiance is expressed in watt per square metre per nanometre ($W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-056, modified – Part of the definition has been included in Note 1 to entry.]

3.14

spectral radiance

L_λ

density of radiance with respect to wavelength

Note 1 to entry: The spectral radiance is expressed by

$$L_{e,\lambda} = \frac{dL_e(\lambda)}{d\lambda}$$

where $L_e(\lambda)$ is radiance in terms of wavelength λ .

Note 2 to entry: The spectral radiance is expressed in watt per square metre per nanometre per steradian ($W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1} \cdot sr^{-1}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-052, modified – Part of the definition has been included in Note 1 to entry.]

3.15 ultraviolet radiation UV radiation UVR

optical radiation for which the wavelengths are shorter than those for visible radiation

Note 1 to entry: The range between 100 nm and 400 nm is commonly subdivided into:

UV-A: 315 nm to 400 nm;

UV-B: 280 nm to 315 nm;

UV-C: 100 nm to 280 nm.

Note 2 to entry: A precise border between "ultraviolet radiation" and "visible radiation" cannot be defined, because visual sensation at wavelengths shorter than 400 nm is noted for very bright sources.

Note 3 to entry: In some applications the ultraviolet spectrum has also been divided into "far," "vacuum," and "near" ultraviolet; however, the borders necessarily vary with the application (e.g. in meteorology, optical design, photochemistry, and thermal physics).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-008]

3.16 visible radiation

optical radiation capable of causing a visual sensation directly

Note 1 to entry: There are no precise limits for the spectral range of visible radiation since they depend upon the amount of radiant flux reaching the retina and the responsivity of the observer. The lower limit is generally taken between 360 nm and 400 nm and the upper limit between 760 nm and 830 nm.

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-003]

3.17 ultraviolet hazard efficacy of luminous radiation

$K_{S,v}$

quotient of an ultraviolet hazard quantity to the corresponding photometric quantity

$$K_{S,v} = \frac{E_S}{E_V}$$

where

E_S is the effective actinic irradiance in $W \cdot m^{-2}$ and

E_V is the illuminance in $lx = lm \cdot m^{-2}$

EXAMPLE With $E_S = 10^{-3} W \cdot m^{-2}$ and $E_V = 500 lx$ follows $K_{S,v} = 2 \cdot 10^{-6} W \cdot lm^{-1} = 2 mW \cdot klm^{-1}$.

Note 1 to entry: Ultraviolet hazard efficacy of luminous radiation is expressed in watt per lumen ($W \cdot lm^{-1}$), possibly with a metric prefix (here $mW \cdot klm^{-1}$).

Note 2 to entry: The ultraviolet hazard efficacy of luminous radiation is obtained by weighting the spectral power distribution of the lamp or LED module with the UV hazard function $S_{UV}(\lambda)$. Information about the relevant UV hazard function is given in IEC 62471:2006. It only relates to possible hazards regarding UV exposure of human beings. It does not deal with the possible influence of optical radiation on materials such as mechanical damage or discoloration.

[SOURCE: IEC 62031:2018, 3.1, modified – The equation with the corresponding explanations has been added.]

3.18

UV-A hazard efficacy of luminous radiation

$K_{UV-A,v}$

quotient of a UV-A hazard quantity to the corresponding photometric quantity

$$K_{UV-A,v} = \frac{E_{UV-A}}{E_v}$$

where

E_{UV-A} is the effective UV-A irradiance in $W \cdot m^{-2}$ and

E_v is the illuminance in $lx = lm \cdot m^{-2}$

EXAMPLE With $E_{UV-A} = 10 W \cdot m^{-2}$ and $E_v = 500 lx$ follows $K_{UV-A,v} = 20 \cdot 10^{-3} W \cdot lm^{-1} = 20 W \cdot klm^{-1}$.

Note 1 to entry: Ultraviolet hazard UV-A efficacy of luminous radiation is expressed in watt per lumen ($W \cdot lm^{-1}$), possibly with a metric prefix (here $mW \cdot klm^{-1}$).

3.19

infrared eye hazard efficacy of luminous radiation

$K_{IR,v}$

quotient of an E_{IR} infrared eye hazard quantity to the corresponding photometric quantity

$$K_{IR,v} = \frac{E_{IR}}{E_v}$$

where

E_{IR} is the effective E_{IR} irradiance in $W \cdot m^{-2}$ and

E_v is the illuminance in $lx = lm \cdot m^{-2}$

EXAMPLE With $E_{IR} = 100 W \cdot m^{-2}$ and $E_v = 500 lx$ follows $K_{IR,v} = 200 \cdot 10^{-3} W \cdot lm^{-1} = 200 W \cdot klm^{-1}$.

Note 1 to entry: Infrared eye hazard efficacy of luminous radiation is expressed in watt per lumen ($W \cdot lm^{-1}$), possibly with a metric prefix (here $mW \cdot klm^{-1}$).

3.20

emission level

amount of optical radiation emitted from a product measured under specific operation conditions at a certain distance

3.21

white light source

electrically operated product intended to emit, or, in the case of a non-incandescent light source, intended to be possibly tuned to emit, light, or both, with the following optical characteristics:

Chromaticity coordinates x and y in the range $0,270 < x < 0,530$ and $2,3172 x^2 + 2,3653 x - 0,2199 < y < -2,3172 x^2 + 2,3653 x - 0,1595$

[SOURCE: Commission Regulation (EU) 2019/2020, Article 2, definition (1), modified – "light source" has been replaced with "white light source" and bullet points (b), (c), (d) and the text after bullet point (d) have been deleted.]

4 Optical radiation hazards of light sources and luminaires

Optical radiation in the wavelength range from 200 nm to 3 000 nm has the potential to affect and damage human tissue, depending on the emission wavelength, emission level and exposure duration. The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) has issued a comprehensive set of exposure limits in different wavelength(s) ranges.

As a result of the strong absorption of optical radiation by tissue, the assessment of optical radiation hazards should consider exposure of the skin, the anterior elements of the eye (cornea, conjunctiva, and lens), and the retina. The emission limits for the skin and the anterior parts of the eye are given in irradiance. The emission limits for the retina are given in radiance.

Whilst the scope of this document includes optical radiation over the wavelength range 200 nm to 3 000 nm, exposure of the retina shall only be considered over the wavelength range 300 nm to 1 400 nm, due to the transmission characteristics of the eye.

The hazards considered in this document are summarized in Table 1 and described in detail in the remainder of this document. Further background information is provided in Annex A.

For an example of a complete luminaire assessment of an LED office luminaire see Annex E.

Table 1 – Optical radiation hazards covered in this document

Optical radiation hazard	Target tissue	Weighting function ^a	Wavelength range nm	Assessed quantity	Symbol for emission level	Unit
Actinic UV	Skin and anterior tissues of the eye	$S_{UV}(\lambda)$	200 to 400	Irradiance	E_s	$W \cdot m^{-2}$
UV-A	Lens	N/A	315 to 400	Irradiance	E_{UV-A}	$W \cdot m^{-2}$
Blue light	Retina	$B(\lambda)$	300 to 700	Radiance	L_B	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Blue light, small source	Retina	$B(\lambda)$	300 to 700	Irradiance	E_B	$W \cdot m^{-2}$
Retinal thermal	Retina	$R(\lambda)$	380 to 1 400	Radiance	L_R	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Retinal thermal, weak visual stimulus	Retina	$R(\lambda)$	780 to 1 400	Radiance	L_{IR}	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Infrared	Anterior tissues of the eye	N/A	780 to 3 000	Irradiance	E_{IR}	$W \cdot m^{-2}$
Visible and infrared	Skin	N/A	380 to 3 000	Irradiance	E_H	$W \cdot m^{-2}$

^a The weighting functions for $S_{UV}(\lambda)$ and $B(\lambda)$ are defined in IEC 62471:2006 and the weighting function for $R(\lambda)$ in IEC 62471-5:2015.

If measurements are necessary, they shall be carried out in accordance with IEC 62471:2006 unless otherwise specified in this document.

For light sources with pulse width modulation (PWM), emission levels of continuous light (continuous wave (CW)) are applied.

For luminaires with adjustable beam angle the most severe condition shall be selected for each assessment.

In this document, the evaluation of a luminaire is understood to mean the evaluation of a luminaire with the intended normal use of the specified light sources or with the light sources installed. For the selection of light sources IEC 60598-1:2020, Annex B shall be used.

5 Actinic UV hazards exposure for skin and eye (200 nm to 400 nm)

5.1 General

The ultraviolet hazard irradiance E_S of light sources and luminaires is expressed in $W \cdot m^{-2}$ and defined as:

$$E_S = \sum_{200 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} E_\lambda \cdot S_{UV}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

where

E_λ is the spectral irradiance in $W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$;

$S_{UV}(\lambda)$ is the ultraviolet weighting function;

$\Delta\lambda$ is the wavelength increment in nm.

Additional information is given in Annex B.

5.2 Actinic UV assessment for light sources

The ultraviolet hazard efficacy of luminous radiation is classified into three ranges as follows:

- a) $K_{S,v} \leq 2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$
- b) $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1} < K_{S,v} \leq 6 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$
- c) $K_{S,v} > 6 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$

Light sources shall be assessed and classified according to the three ranges a), b) and c).

The value of $K_{S,v}$ shall be calculated from irradiance measurements specified in IEC 62471.

NOTE Emission limits in IEC 62471 are given as an effective irradiance in $W \cdot m^{-2}$. For the risk group classification according to IEC 62471, the values for general lighting lamps are reported at illuminance of 500 lx. At this illuminance level, the emission limit for the exempt is $0,001 \text{ W} \cdot m^{-2}$, and the ultraviolet hazard efficacy of luminous radiation $K_{S,v}$ can be calculated according to:

$$K_{S,v} = \frac{0,001 \text{ W} \cdot m^{-2}}{500 \text{ lx}} = \frac{0,001 \text{ W} \cdot m^{-2}}{500 \text{ lm} \cdot m^{-2}} = 2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$$

Similarly, the same calculation applies for the low-risk emission limits with $0,003 \text{ W} \cdot m^{-2}$, resulting in a value of $6 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$.

5.3 Actinic UV assessment for luminaires

The ultraviolet hazard efficacy of luminous radiation $K_{S,v}$ of luminaires shall not exceed $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$.

According to the actinic UV evaluation of the light source, the following requirements for luminaires shall be fulfilled so that the luminaire can be used without restrictions:

- a) For luminaires operating with light sources whose evaluation has resulted in a value $K_{S,v}$ of $\leq 2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$ no tests or evaluations are required.
- b) For luminaires operating with light sources whose evaluation has resulted in a value $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1} < K_{S,v} \leq 6 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$ a protective shield is required.

NOTE 1 Glass types used for luminaires within the scope of this document reduce the actinic UV radiation to a sufficiently low level, see IEC 60598-1:2020, 4.24.1.

- c) For luminaires operating with light sources whose evaluations have resulted in a value exceeding $K_{S,v} = 6 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$ a protective shield or front glass is required.

NOTE 2 IEC 60598-1:2020, Annex P describes methods to provide adequate shielding for actinic UV radiation by luminaires for HID lamps.

If no assessment results according to 5.2 are provided for the light source, the value of $K_{S,v}$ shall be calculated from the spectral irradiance measurements specified in IEC 62471.

Luminaires which are not able to generate an actinic UV irradiance E_S higher than $0,001 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ when assessed in accordance with IEC 62471:2006 at 200 mm distance, are deemed to comply with the requirements of this Subclause 5.3.

6 UV-A hazard assessment for the eye lens (315 nm to 400 nm)

6.1 General

The UV-A hazard irradiance E_{UV-A} of light sources and luminaires is expressed in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ and defined as:

$$E_{UV-A} = \sum_{315 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

where

E_{λ} is the spectral irradiance in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$;

$\Delta\lambda$ is the wavelength increments in nm.

Additional information is given in Annex B.

6.2 UV-A light source and luminaire assessment

For light sources emitting visible radiation, a cumulative direct viewing duration into the light sources is expected to be no longer than 1 000 s over the course of 8 h. The corresponding ultraviolet hazard UV-A efficacy of luminous radiation is $K_{UV-A,v} = 20 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$ and is derived from the emission level $E_{UV-A} = 10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ and $E_v = 500 \text{ lx}$ (see 3.18).

Light sources and luminaires for general lighting do not have sufficient UV-A radiation to exceed this emission level in the application. Even high-intensity discharge lamps (e.g. metal halide or arc-lamps) only have the potential of $1 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$ and do not exceed $K_{UV-A,v} = 20 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$. Therefore, no UV-A tests are necessary for light sources and luminaires. Assessment is required only in the case of products where UV-A is intentionally added to the visible light. Irradiance measurement procedures are given in IEC 62471. The value of $K_{UV-A,v}$ shall be calculated and shall not exceed $20 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$.

Luminaires shall be assessed as they are delivered and can be used by the user – if functions cannot be switched off, they are also assessed.

The assessment of UV-A radiation shall be carried out in the direction with the highest UV-A irradiance.

Luminaires which are not able to generate an irradiance E_{UV-A} higher than $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ when assessed in accordance with IEC 62471:2006 at 200 mm distance, are deemed to comply with the requirements of this Subclause 6.2.

7 Retinal blue light hazard assessment (300 nm to 700 nm)

7.1 General

The blue light hazard radiance of light sources and luminaires, L_B , is expressed in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ and defined as:

$$L_B = \sum_{300\text{nm}}^{700\text{nm}} L_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

where

L_λ is the spectral radiance in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{nm}^{-1}$;

$B(\lambda)$ is the blue light hazard weighting function;

$\Delta\lambda$ is the wavelength increments in nm.

Additional information is given in Annex C.

7.2 Blue light hazard assessment for light sources

Light sources are not limited to a specific application. In order to allow the transferability of the light source results for blue light hazard radiance (L_B) to the luminaire including the same light source, the light source shall be evaluated according to the methodology described in IEC 62471 and provided for an assessment distance of 200 mm and FOV of 1,7 mrad. The light sources shall be operated and evaluated under conditions with the highest luminous flux.

NOTE 1 The measurement distance is not necessarily the same as the assessment distance.

NOTE 2 The FOV of 1,7 mrad was selected to consider the highest radiance result considering hotspots for transferability of the results to the luminaire.

Lamps may be assessed with a FOV of 11 mrad at 200 mm distance.

When lamps are used in luminaires without additional focusing optics a FOV of 11 mrad at 200 mm distance may also be applied.

The technical documentation of the light sources shall indicate the maximum blue light hazard radiance measured under the above conditions or the corresponding application group for the luminaires according to Table 2. The measured emission value L_B shall be the basis for the selection of the application group according to Table 2.

NOTE 3 The suitability of a light source for safe use in corresponding luminaire applications is specified in the applicable part of the IEC 60598 luminaire standard series.

7.3 Blue light hazard assessment for luminaires

Luminaires shall comply with the emission limits given in Table 2 relevant to that application group.

The procedure for blue light hazard assessment of luminaires is as follows:

- Luminaires are assigned for specific applications (BLH-A to BLH-C) according to the technical design.
- Based on the exposure limits of the ICNIRP, the emission limits per application group are then specified as "Blue light radiance emission limits L_B " in Table 2.
- Luminaires are evaluated at the distance specified for the application. The measured emission level shall be below the emission limit value.

If a light source is classified into an application group according to the procedure in 7.2, the data can be transferred to the luminaire without any additional test on the luminaire.

The following restrictions and permissions shall apply to the transfer of blue light hazard radiance results from the light sources to the luminaire:

- The result of a light source specified for application group BLH-A can be used in luminaires and applications of groups BLH-A, BLH-B and BLH-C, without additional measurement.
- The result of a light source specified for application group BLH-B can be used in luminaires and applications of groups BLH-B and BLH-C, without additional measurement. A measurement of the luminaire is necessary if the light source is used in application group BLH-A.
- The result of a light source specified for application group BLH-C can be used in luminaires and applications of group BLH-C, without additional measurement. A measurement of the luminaire is necessary if the light source is used in application groups BLH-A or BLH-B.
- If a light source is specified for application group BLH-D a measurement of the luminaire is necessary to specify the application group or a suitable assessment distance.

NOTE 1 Conditions for transferability are based on the fact that radiance cannot be increased by additional optics or by increasing the number of light sources in a luminaire.

If a luminaire measurement is required, it shall be performed with a FOV of 11 mrad and the assessment distance (Table 2) for the luminaire application shall be used.

NOTE 2 The measurement distance can differ from the assessment distance.

Table 2 – Application-related blue light radiance emission limits at assessment distances for luminaires

Application group	Blue light hazard radiance emission limit ^c L_B	Assessment distance ^b mm	Luminaire groups of application ^a
BLH-A	10 000 W · m ⁻² · sr ⁻¹	200	<ul style="list-style-type: none"> mains socket outlet mounted nightlights portable luminaires for children luminaires used in clinical areas of hospitals and health care buildings (other than ceiling and/or recessed luminaires)
		1 000	<ul style="list-style-type: none"> signal luminaire light-signalling devices for vehicles and their trailers road signs emergency safety signs
BLH-B	100 000 W · m ⁻² · sr ⁻¹	200	<ul style="list-style-type: none"> handlamps portable luminaires table luminaires lighting chains rope lights wall luminaires suspended luminaires office and home use aquarium luminaires luminaires for swimming pools and similar applications interior lighting of vehicles (installed in the passenger compartment) ground recessed luminaires (accessible areas, see IEC 60598-2-13:2006, Annex A and IEC 60598-2-13:2006/AMD2:2016, Annex A)
		1 000	<ul style="list-style-type: none"> ceiling and/or recessed lighting equipment shop-lighting luminaires for road and street lighting uplighter flood lighting ground recessed luminaires (non-accessible areas, see IEC 60598-2-13:2006, Annex A and IEC 60598-2-13:2006/AMD2:2016, Annex A)
BLH-C ^d	4 000 000 W · m ⁻² · sr ⁻¹	1 000	<ul style="list-style-type: none"> luminaire for stage lighting television and film studio road illumination and road projection devices for vehicles
BLH-D ^d	If the emission level of 4 000 000 W · m ⁻² · sr ⁻¹ is exceeded.	Application group BLH-D is not acceptable for any luminaires within the scope of this document. Thermal limit assessment distance shall be determined at which at least the emission level to BLH-C is observed.	
<p>^a If the final product does not fit any of these descriptions, the flow chart in Figure C.1 can be applied to determine the application group. Figure C.1 is considered as normative in this case.</p> <p>^b For fixed luminaires the assessment distance may be increased when this is appropriate for the application of the specific luminaire. In this case information for the assessment distance used shall be provided as the minimum distance in the installation instructions of the luminaire.</p> <p>^c For the background of the blue light radiance emission limits, see Annex C.</p> <p>^d The retinal thermal limits shall be considered.</p>			

7.4 Retinal blue light hazard assessment – Small source (300 nm to 700 nm)

If the source is smaller than 11 mrad at the assessment distance the condition of small source is fulfilled (see IEC 62471).

The assessment according to 7.2 is also applicable to small light sources as the radiance is measured with a 1,7 mrad FOV.

The irradiance measurement of small light sources is not transferable to the luminaire.

Luminaires normally exceed 11 mrad at the assessment distance and the retinal blue light hazard assessment is required (7.3). Therefore, this document does not address the evaluation of the blue light hazard assessment of small sources with irradiance measurements. In any case the radiance measurements on the final products at 11 mrad gives the same classification.

8 Retinal thermal hazard assessment (380 nm to 1 400 nm)

8.1 General

The retinal thermal radiance of light sources and luminaires, L_R is expressed in $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ and defined as:

$$L_R = \sum_{380nm}^{1400nm} L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

where

L_λ is the spectral radiance in $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$;

$R(\lambda)$ is the retinal thermal hazard weighting function (in accordance with IEC 62471-5:2015);

$\Delta\lambda$ is the wavelength increments in nm.

Additional information is given in Annex C.

8.2 Retinal thermal hazard for light source assessment

A retinal thermal hazard assessment is only applicable for light sources which exceed a retinal thermal radiance of $280\,000 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$. With the present technology only arc-lamps (xenon or mercury high intensity discharge lamps), high current LED light sources or laser-based light sources have the potential to exceed this limit.

NOTE 1 The retinal thermal radiance value L_R of $280\,000 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ derives from the most restrictive radiance of the maximum source size $\alpha = 100$ mrad from $28\,000/\alpha W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ (see IEC 62471-5:2015).

The retinal thermal hazard shall be considered only for white light sources with a blue light hazard radiance L_B higher than $100\,000 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ (see the definition of blue light hazard in 3.1).

For light sources other than white light sources, the retinal thermal hazard shall be considered when the radiance in the wavelength range of 380 nm to 1 400 nm is higher than $280\,000 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$.

NOTE 2 The radiance in the wavelength range of 380 nm to 1 400 nm is expressed in $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ and defined as:

$$L_e = \sum_{380\text{nm}}^{1400\text{nm}} L_\lambda \cdot \Delta\lambda$$

where

L_λ is the spectral radiance in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{nm}^{-1}$;

$\Delta\lambda$ is the wavelength increments in nm.

The following assessment requirements apply:

- The retinal thermal radiance L_R of the light source shall be evaluated according to the methodology described in the IEC 62471 series and provided for an assessment distance of 200 mm and a FOV of 1,7 mrad. The measurement aperture shall be smaller than the light emitting area.

NOTE 3 The measurement distance is not necessarily the same as the assessment distance.

- The light source shall be operated and evaluated under conditions with the highest luminous flux.

8.3 Retinal thermal hazard assessment for luminaire

If L_R of the light source is smaller than $280\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ no retinal thermal radiance assessment of the luminaire is necessary.

If the retinal thermal radiance L_R on the light source level exceeds $280\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ an assessment of the luminaire according to IEC 62471 at a distance of 1 000 mm is necessary for the assessment of the luminaire. If the measured retinal thermal radiance is lower than the relevant emission limits no further assessment is necessary. In case the emission limits at 1 000 mm are exceeded, the distance beyond which the retinal thermal radiance L_R is below the emission limit, shall be measured or calculated.

Consult the relevant product standard to determine how to inform the user or installer of a product to avoid viewing the product at shorter distances.

If a luminaire measurement is required, it shall be performed with a FOV of 11 mrad.

8.4 Retinal thermal hazard assessment – Weak visual stimulus (780 nm to 1 400 nm)

The retinal thermal hazard assessment with weak stimulus in the wavelength range from 780 nm to 1 400 nm is not applicable for light sources and luminaires primarily emitting visible radiation.

Therefore, retinal thermal hazard testing or assessment is not necessary.

9 Infrared hazard assessment for the eye (780 nm to 3 000 nm)

9.1 General

The infrared eye hazard irradiance of light sources and luminaires E_{IR} , is expressed in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ and defined as (ICNIRP:2013):

$$E_{IR} = \sum_{780\text{nm}}^{1000\text{nm}} 0,3 \cdot E_\lambda \cdot \Delta\lambda + \sum_{1000\text{nm}}^{3000\text{nm}} E_\lambda \cdot \Delta\lambda$$

where

E_λ is the spectral irradiance in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$;

$\Delta\lambda$ is the wavelength increment in nm.

Additional information is given in Annex D.

9.2 Light source and luminaire assessment

For light sources emitting visible radiation a cumulative direct viewing duration into the light sources is expected to be not longer than 1 000 s over the course of 8 h. The corresponding infrared eye hazard efficacy of luminous radiation is $K_{IR,v} = 200 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$ and is derived from the emission level $E_{IR} = 100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ and $E_v = 500 \text{ lx}$ (see 3.19).

Light sources do not have sufficient E_{IR} irradiation to exceed the limit in the application. Even halogen lamps only have the potential of $20 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$ and do not exceed $K_{IR,v} = 200 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$. Therefore, infrared radiation hazard testing or assessment is not necessary.

NOTE 1 Since $K_{IR,v}$ is the ratio of illuminance to infrared irradiation it is independent of the number of light sources the luminaire comprises.

Nevertheless, luminaires where IR radiation is intentionally added to the visible light shall be evaluated. Irradiance measurement procedures are given in IEC 62471. The value of $K_{IR,v}$ shall be calculated and shall not exceed $200 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$.

Luminaires shall be assessed as they are delivered and can be used by the user – if non-illumination functions cannot be switched off, they are also assessed.

The assessment of infrared radiation shall be carried out in the direction with the highest infrared irradiance.

10 Thermal hazard assessment for the skin (380 nm to 3 000 nm)

10.1 General

The thermal skin hazard irradiance of light sources and luminaires E_H , is expressed in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ and defined as:

$$E_H = \sum_{380 \text{ nm}}^{3000 \text{ nm}} E_\lambda(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

where

E_λ is the spectral irradiance in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$;

$\Delta\lambda$ is the wavelength increment in nm.

Additional information is given in Annex D.

10.2 Light source and luminaire assessment

The maximum exposure duration is specified as 10 s. The corresponding emission limit is $E_H = 3\,556 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ which is so high that a thermal aversion response of humans is expected. Therefore, thermal hazard testing or assessment is not necessary.

Annex A (informative)

Information on emission limits for light sources and luminaires

Lighting is a broad field of different applications to make objects, scenes, and areas visible to people by means of light. Visible light refers to optical radiation in the wavelength range of about 380 nm to 780 nm. The quantity of light perceived by the human eye is estimated by the luminous flux that is measured by the summation of radiant flux weighted by the standardized spectral luminous efficiency curve $V(\lambda)$ of the International Commission on Illumination (CIE) over the visible wavelength range.

The human eye and brain can respond and adapt to different levels of visible optical radiation. Responses to increased levels of exposure include pupil contraction and the aversion responses, which include head movement and closing of the eyelids. These responses provide a degree of protection to bright light. In contrast, ultraviolet radiation in the range from 200 nm to 400 nm cannot be directly perceived by humans and an effect is only visible with a delay (e.g. sunburn). Strong infrared radiation in the range from 780 nm to 3 000 nm or high total radiation power in the visible and infrared range from 380 nm to 3 000 nm is indirectly perceived by humans as "warmth" and lead to discomfort, which rules out prolonged exposure.

Luminaires are designed to achieve sufficiently high illuminance levels to perform visual tasks in the lit space. A possible view into the light beam is characterized by different times depending on the application and differentiated according to directly perceptible or imperceptible hazards. The mounting distance and the arrangement and position of luminaires (glare suppression) play an important role here, so that a direct longer view into the light source can be avoided as far as possible, depending on the application (e.g. ceiling lighting), and only an accidental unintentional glance should be assessed for eye hazards.

In addition to "visible" radiation, different light source technologies often emit "invisible" spectral components (UV, IR), which should be considered for the photobiological assessment.

The skin areas are not protected by an aversion response (unlike the eyes), which means that a longer evaluation period of the UV hazard should be considered.

Non-visible components are not relevant for lighting applications, are generally produced in negligible quantities by products intended for illumination, and, if necessary, can usually be reduced to a risk-free level using filters or reflectors at the light source. The situation is different for visible light. A reduction of certain spectral components (e.g. blue light) leads to a change in colour temperature or distortion of the colour perception which is unacceptable in most applications. The main concern here lies primarily in the level of luminance or radiance of a source.

Owing to the imaging properties of the human eye, these limits consider the local radiation exposure of the retina depending on the size of the illuminated area. Furthermore, a distinction is made between photochemical and thermal damage. Photochemical damage (e.g. sunburn, erythema, blue light) are described by a dose value. The irradiance level and the exposure time play a decisive role and should be considered (high emission values over a short exposure time can have an almost identical effect as a low emission over a long exposure time). In these cases, a time weighted averaged exposure should be considered.

Thermal damage is caused by short-term extremely high irradiation where local overheating occurs and heat dissipation within the tissue is inadequate to prevent tissue damage. This type of damage is only to be expected with strongly focused sources (e.g. highly collimated beams reaching very high irradiance) or with large extended radiators, such as blast furnaces, which are outside of the scope of this document.

In some countries evaluation of the photobiology radiation starts at 180 nm, in accordance with ICNIRP guidelines. Light sources within the scope of this document do not emit radiation between 180 nm and 200 nm. In any case the contribution from 180 nm to 200 nm is expected to be insignificant. The set of exposure limit values proposed by the ICNIRP considers hazards in the ultraviolet range from 180 nm to 400 nm, hazards of the retina in the range from 300 nm to 1 400 nm, infrared, and total radiation hazards in the range from 380 nm to 3 000 nm. Spectral weighting functions also consider the wavelength-dependent sensitivity of the tissue, i.e. the higher-energy UV radiation can cause more damage to human tissue with the same irradiance than lower-energy UV-A radiation.

www.Lisungroup.com

Annex B (informative)

Information on UV hazards exposure (200 nm to 400 nm)

When using traditional non-LED light sources, the assessment of the photobiological hazard was primarily focused on the UV component which represented the greatest risk. If necessary, the UV component can be attenuated to reduce risk by using special filters (see relevant vertical standards).

The ICNIRP provides exposure limit recommendations for the skin and the outer eye area for UV hazards. They are designated as actinic UV hazards (200 nm to 400 nm), with an effective permissible radiant exposure (dose) of $30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ for an irradiation period of 8 h. Longer irradiation times within one day do not have to be considered (IEC 62471:2006, 4.3.1). The spectral evaluation is carried out by means of the actinic ultraviolet hazard spectral weighting function $S_{UV}(\lambda)$ (IEC 62471:2006, Table 4.1) which extends over several orders of magnitude in its sensitivity.

In addition, total irradiation of the eye in the wavelength range of 315 nm to 400 nm is limited to $10\,000 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ over a duration of 30 000 s (8 h). Owing to the visual stimulus of light sources and luminaires for lighting applications, an irradiation period of the front part of the eye greater than 1 000 s (approximately 16 min) is not expected. The resulting emission limit of $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ UV-A is not reached by light sources typically used in lighting systems. This would require illuminance levels at the eye of several 10 000 lx over a period > 16 min.

NOTE The UV-A irradiance of HID lamps at 500 lx is less than $0,5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. This is the worst case in light sources used in lighting applications.

For most light sources, the actinic UV value is already part of the product-specific safety standards (e.g. the IEC 60432 series – halogen lamps, IEC 62035 – HID lamps, IEC 62031 – LED modules). Ultraviolet hazard efficacy of luminous radiation less than $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$ describes the relative, effective actinic UV part in relation to the luminous flux of a light source. If this value is maintained, it is ensured that at an average illuminance of 500 lx the dose limit value of $30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ is reached after 8 h at the earliest. Since reflectors and cover lenses of luminaires further reduce the actinic UV values, it is not necessary to test the luminaire when using sources less than $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$.

A time weighted average of the illuminance should be considered. The emission limit is calculated from the exposure limit divided by the expected exposure duration. For a short exposure duration, a higher irradiance may therefore be accepted. The proposed emission limits specified in this document have been chosen in such a way that it is not expected that the exposure limits will be exceeded.

Annex C (informative)

Information on retinal hazards (300 nm to 1 400 nm)

With the introduction of LED technology, where the emitted radiation is almost entirely in the visible range between 380 nm and 780 nm, the UV and IR hazards are practically negligible. Therefore, the photobiological hazard is mostly limited to the photochemical effects on the retina. The human retina is most sensitive to photochemical effects from optical radiation in the spectral range between 400 nm and 500 nm. The ICNIRP has developed a spectral weighting function and a recommended limit value for protection against photochemical retinal damage, the "blue light hazard". Since optical radiation in the visible and near infrared wavelength range can enter the eye and reach the retina, the hazard is dependent on the size of the luminous surface and the recommended exposure limits are therefore given in radiance. This means that large-area light sources with the same illuminance at the eye represent a lower hazard than small, point-light sources, due to the large-area image on the retina. In addition, sources with very high luminance or radiance comparable to that of the sun can cause local overheating of the tissue. This can result in insufficient heat dissipation from the retina. This is then referred to as a thermal hazard to the retina, for which there are also exposure limit recommendations from the ICNIRP.

In general, it can be expected that the human eye can handle visible radiation well because it reacts quickly to bright, glaring sources. Owing to the anatomy of the head (eye sockets, bridge of the nose) the eye is well shielded from overhead lights. The visual stimulus causes the pupil to react with contraction, which significantly reduces the strain on the retina. Rapid eye movements additionally blur the retinal image, and a natural active aversion reaction prevents an extended exposure to the source.

Lighting equipment is generally arranged in such a way that a direct view into the light source (the luminaire) cannot take place (for reasons of glare limitation). In the case of an intentional (signalling lighting) or unintentional view into a light source (or luminaire), four-time classes are used for the application of this document:

- BLH-A: Intentional view (long time) with $t > 100$ s,
with an emission level $< 10\,000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$.
- BLH-B: Multiple unintentional view (medium time) with $10\text{ s} < t \leq 100$ s,
with an emission level $< 100\,000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$.
- BLH-C: Unintentional view (short time) with $0,25\text{ s} < t \leq 10$ s,
with an emission level $< 4\,000\,000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$.
- BLH-D: Extremely short time with $t \leq 0,25$ s,
with an emission level $\geq 4\,000\,000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$.

t is the time to reach the ICNIRP effective blue-light radiance dose, $1 \cdot 10^6\text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$, below which no adverse effect is expected.

For applications where it can be assumed that a direct view into the source is necessary (e.g. signal lighting), the time class "long time" is used. However, even for signal lighting, glare is usually avoided, so here too it can be assumed that the limit values will not be exceeded.

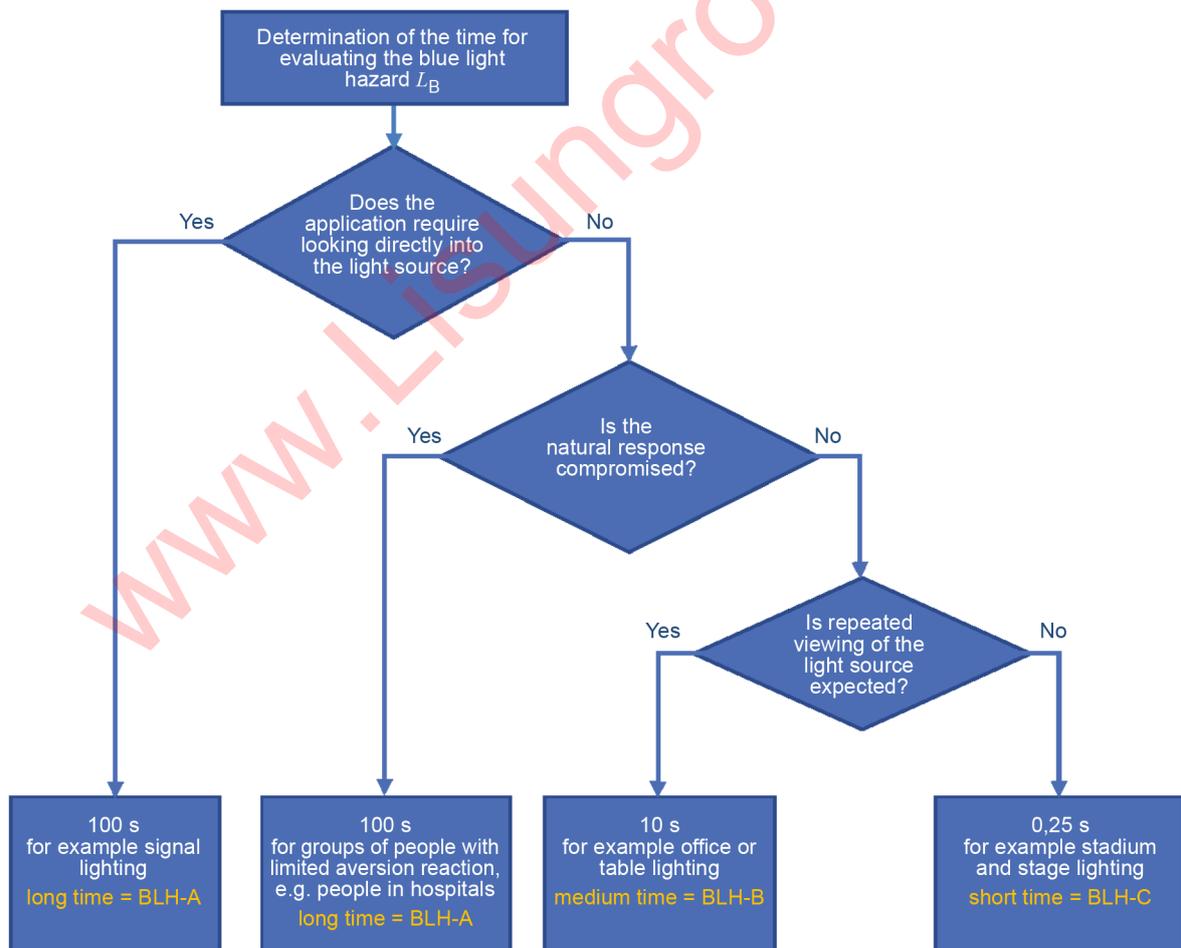
From the flow chart in Figure C.1, the assessment times for the photobiological safety of luminaires can be determined, depending on the application, whether a direct view into the luminaire (light source) is necessary or not.

Furthermore, the flow chart lists examples of applications where the number of accidental glances into the source varies. In an office lighting situation with an average length of stay of about 8 h, the possibility of cumulative exposure is higher ("medium time") than, for example, the cumulative exposure of stadium lighting ("short time").

Different application conditions (time related to the intentional or unintentional look into the luminaire and measurement distances) specified in Table 2 are applied and the emission limits for the different application groups (BLH-A, BLH-B, BLH-C and BLH-D) are determined and are used for the assessment to avoid the blue light hazard.

The blue light hazard dominates over the thermal damage for times longer than 10 s (see definition of blue light hazard (BLH) in 3.1). The corresponding blue light hazard radiance emission limit for a 10 s exposure is $100\,000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ (emission limit of application group BLH-B). This limit is selected as the threshold for the applicability of the thermal hazard. Owing to transmission or reflection losses in the reflector optics and the fact that real optics do not convert the maximum radiance to the full increased apparent source size of $\alpha_{\text{max}} = 100\text{ mrad}$, it is unlikely that the most restrictive retinal thermal radiance limit of $280\,000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ will be exceeded.

In the case of this high blue light hazard radiance emission levels and a time related to intentional or unintentional look into the luminaire of less than 10 s, an additional assessment of the retinal thermal hazard should be carried out (see Clause 9).



IEC

Figure C.1 – Flowchart to define worst-case (minimum) time to dose for the assessment of the blue light hazard L_B as a function of application-specific conditions of luminaires

Annex D (informative)

Information on IR-hazard (380 nm to 3 000 nm)

Infrared hazards are primarily to the eye (cornea – IR cataract, retina – visual damage). This type of damage is known to occur when the eye is exposed to thermal radiation over an extended period of time, as is the case with molten material (glassblower's cataract) or large ovens. Such damage is not known to occur with light sources and luminaires, as the visual stimulus (brightness) of the source prevents the exposure limit of the eyes from being exceeded.

In bright lighting applications, very high illuminance or irradiance levels can occur at short distances (e.g. during installation and maintenance) and the skin's exposure limit for total irradiation can be reached. However, at short distances the natural sensation of heat would cause a person to move away from the light source and increase the distance to the light source reducing the exposure to a degree that the exposure limit is not reached.

www.Lisungroup.com

Annex E (informative)

Example of a complete luminaire assessment of a LED office luminaire

E.1 UV assessment

E.1.1 Actinic UV (Clause 5)

LED modules for general lighting should have a value of $K_{S,v}$ less than $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$, in accordance with 5.2. Therefore, no additional luminaire measurement is required.

E.1.2 UV-A (Clause 6)

LED modules for general lighting do not exceed the $K_{UV-A,v}$ of $20 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$, in accordance with 6.2. Therefore, no tests regarding UV-A are necessary for light sources or luminaires.

E.2 Retinal hazard assessment

E.2.1 Blue light hazard (Clause 7)

For LED modules classified to BLH-A or BLH-B according to this document with an emission limit less than $100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$, no measurement of the luminaire is necessary.

For LED modules classified to BLH-C or BLH-D according to this document with an emission limit higher than $100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$, a measurement of the luminaire at 1 000 mm with 11 mrad is required. The measured emission level should be less than $100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$.

E.2.2 Thermal retinal hazard (Clause 8)

For LED modules classified to BLH-A or BLH-B according to this document with an emission limit less than $100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$, no measurement of the luminaire is necessary.

For LED modules classified to BLH-C or BLH-D according to this document with an emission limit higher than $100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$, a measurement of the luminaire at 1 000 mm with a FOV of 11 mrad is required in accordance with Clause 8.

E.3 Infrared radiation hazard assessment for the eye (780 nm to 3 000 nm) (Clause 9)

LED modules and luminaires for general lighting do not exceed the $K_{IR-eye,v}$ of $200 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$, in accordance with 9.2. Therefore, no measurements regarding IR eye hazard for light sources and luminaires are necessary.

E.4 Thermal hazard assessment for the skin (380 nm to 3 000 nm) (Clause 10)

Light modules and luminaires for general lighting do not exceed the exposure limit, in accordance with 10.2. Therefore, no measurements regarding IR skin hazard are necessary.

Bibliography

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility*, available at <http://www.electropedia.org>

IEC 60432-1:1999, *Incandescent lamps – Safety specifications – Part 1: Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes*
IEC 60432-1:1999/AMD1:2005
IEC 60432-1:1999/AMD2:2011

IEC 60432-2:1999, *Incandescent lamps – Safety specifications – Part 2: Tungsten halogen lamps for domestic and similar general lighting purposes*
IEC 60432-2:1999/AMD1:2005
IEC 60432-2:1999/AMD2:2012

IEC 60432-3:2012, *Incandescent lamps – Safety specifications – Part 3: Tungsten halogen lamps (non-vehicle)*

IEC 60598 (all parts), *Luminaires*

IEC 60598-2-13:2006, *Luminaires – Part 2-13: Particular requirements – Ground recessed luminaires*
IEC 60598-2-13:2006/AMD1:2011
IEC 60598-2-13:2006/AMD2:2016

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

IEC 62031:2018, *LED modules for general lighting – Safety specifications*

IEC 62035:2014, *Discharge lamps (excluding fluorescent lamps) – Safety specifications*
IEC 62035:2014/AMD1:2016

ISO 23539:2005 (CIE S010/E:2004), *Photometry – The CIE system of physical photometry*

ICNIRP:2004, *ICNIRP Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation)*, Health Physics 87(2):171-186; 2004

ICNIRP:2013, *ICNIRP Guidelines on Limits of Exposure to Incoherent Visible and Infrared Radiation*, Health Physics 105(1):74-96; 2013

Commission Regulation (EU) 2019/2020:2019, *Laying down ecodesign requirements for light sources and separate control gears pursuant to Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council and repealing Commission Regulations (EC) No 244/2009, (EC) No 245/2009 and (EU) No 1194/2012 (Text with EEA relevance.)* C/2019/2121

Sliney, D H, Bergman R. and O'Hagan, J. (2016) *Photobiological Risk Classification of Lamps and Lamp Systems – History and Rationale*, LEUKOS, 12:4, 213-234,
DOI: 10.1080/15502724.2016.1145551

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	34
INTRODUCTION.....	36
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives.....	38
3 Termes et définitions	38
4 Dangers du rayonnement optique des sources de lumière et des luminaires.....	45
5 Exposition de la peau et de l'œil aux dangers actiniques des UV (200 nm à 400 nm).....	47
5.1 Généralités	47
5.2 Évaluation des UV actiniques des sources de lumière.....	47
5.3 Évaluation des UV actiniques des luminaires	47
6 Évaluation du danger des UV-A pour le cristallin de l'œil (315 nm à 400 nm).....	48
6.1 Généralités	48
6.2 Évaluation des UV-A des sources de lumière et des luminaires	48
7 Évaluation du danger de la lumière bleue pour la rétine (300 nm à 700 nm)	49
7.1 Généralités	49
7.2 Évaluation du danger de la lumière bleue des sources de lumière.....	49
7.3 Évaluation du danger de la lumière bleue des luminaires	50
7.4 Évaluation du danger de la lumière bleue pour la rétine – Source de petite taille (300 nm à 700 nm)	52
8 Évaluation du danger thermique pour la rétine (380 nm à 1 400 nm).....	52
8.1 Généralités	52
8.2 Évaluation du danger thermique pour la rétine des sources de lumière	52
8.3 Évaluation du danger thermique pour la rétine des luminaires.....	53
8.4 Évaluation du danger thermique pour la rétine – Faible stimulus visuel (780 nm à 1 400 nm).....	53
9 Évaluation du danger des infrarouges pour l'œil (780 nm à 3 000 nm)	54
9.1 Généralités	54
9.2 Évaluation des sources de lumière et des luminaires	54
10 Évaluation du danger thermique pour la peau (380 nm à 3 000 nm).....	55
10.1 Généralités	55
10.2 Évaluation des sources de lumière et des luminaires	55
Annexe A (informative) Informations relatives aux limites d'émission des sources de lumière et des luminaires	56
Annexe B (informative) Informations relatives à l'exposition aux dangers des UV (200 nm à 400 nm).....	58
Annexe C (informative) Informations relatives aux dangers pour la rétine (300 nm à 1 400 nm)	59
Annexe D (informative) Informations relatives au danger des IR (380 nm à 3 000 nm)	62
Annexe E (informative) Exemple d'évaluation complète d'un luminaire de bureau à LED.....	63
E.1 Évaluation des UV	63
E.1.1 UV actiniques (Article 5)	63
E.1.2 UV-A (Article 6)	63
E.2 Évaluation du danger pour la rétine.....	63
E.2.1 Danger de la lumière bleue (Article 7).....	63
E.2.2 Danger thermique pour la rétine (Article 8)	63

E.3	Évaluation du danger du rayonnement infrarouge pour l'œil (780 nm à 3 000 nm) (Article 9)	64
E.4	Évaluation du danger thermique pour la peau (380 nm à 3 000 nm) (Article 10).....	64
	Bibliographie.....	65
	Figure C.1 – Organigramme pour définir la durée de dose (minimale) la plus défavorable pour l'évaluation du danger de la lumière bleue L_B en fonction des conditions spécifiques à l'application des luminaires	61
	Tableau 1 – Dangers du rayonnement optique traités dans le présent document	46
	Tableau 2 – Limites d'émission de luminance énergétique de la lumière bleue en fonction de l'application aux distances d'évaluation des luminaires	51

www.Lisungroup.com

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ PHOTOBIOLOGIQUE DES LAMPES ET DES APPAREILS UTILISANT DES LAMPES –

Partie 7: Sources de lumière et luminaires qui émettent principalement un rayonnement visible

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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.

L'IEC 62471-7 a été établie par le comité d'études 34 de l'IEC: Éclairage. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
34/1004/FDIS	34/1011/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62471, publiée sous le titre général *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée; ou
- amendé.

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

INTRODUCTION

Dans le titre de la série IEC 62471, les termes "lampes et appareils utilisant des lampes" sont utilisés. Toutefois, dans le titre de la présente Partie 7, les termes "sources de lumière et luminaires" sont utilisés. Cela est dû au fait qu'en raison de l'introduction de nouvelles technologies LED, les caractéristiques des composants générateurs de lumière ont changé. Par conséquent, les termes "source de lumière électrique" et "luminaire" sont désormais utilisés par le comité d'études 34 en lieu et place des termes "lampe" et "appareil utilisant des lampes".

Le terme "source de lumière électrique" est le terme générique utilisé pour désigner les produits qui émettent de la lumière; le terme "lampe" (source de lumière avec douille et culot de lampe) est ainsi inclus.

Le terme "luminaire" est le terme de base (voir l'IEC 60050-845:2020, 845-30-001) pour désigner un produit qui inclut tous les accessoires nécessaires et décrit un dispositif qui répartit, filtre ou transforme la lumière émise par au moins une source de rayonnement optique et qui comprend, à l'exclusion des sources elles-mêmes, toutes les pièces nécessaires pour fixer et protéger les sources et, si nécessaire, les circuits auxiliaires ainsi que leurs moyens de connexion à l'alimentation électrique.

Lorsque les luminaires sont conçus et construits conformément aux exigences du présent document, il est admis par hypothèse qu'ils fonctionnent de manière sûre en utilisation normale et présentent un danger photobiologique. La conformité des luminaires peut être vérifiée en appliquant les procédures d'évaluation décrites dans le présent document.

Les sources de lumière peuvent être interchangeables ou faire partie intégrante du luminaire. Si la source de lumière fait partie intégrante du luminaire, le luminaire peut également être considéré comme un appareil utilisant une source de lumière (ce qui correspond à un appareil utilisant une lampe).

La plupart des sources de lumière électriques et des luminaires inclus dans le domaine d'application du présent document ne présentent pas de danger photobiologique du fait de leurs spectres, de leur répartition de la lumière, des niveaux de lumière et des réponses naturelles d'aversion (les personnes ne fixent habituellement pas les sources de lumière vive, par exemple). Il existe cependant des sources de lumière et des luminaires qui peuvent avoir des effets nocifs sur la santé en raison du rayonnement optique émis. Des limites d'exposition pour une série de dangers photobiologiques associés aux sources de rayonnement optique à large bande ont été établies et publiées par la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP).

Le présent document introduit une nouvelle procédure d'évaluation pour traiter les différentes applications d'éclairage dans lesquelles l'objectif prévu est l'éclairage d'objets et de scènes et les applications de signalisation. Cette nouvelle approche utilise des bases de temps (et des limites d'émission) révisées liées à l'observation intentionnelle ou non intentionnelle du luminaire et des distances d'évaluation qui dépendent de l'application. Ces limites d'émission sont fondées sur les limites d'exposition de l'ICNIRP.

Dans le présent document, une procédure complète est utilisée pour couvrir tous les dangers photobiologiques dans le domaine compris entre 200 nm et 3 000 nm mis en œuvre dans l'IEC 62471.

Cette procédure, fondée sur une évaluation du produit et de l'application, conduit à un résultat de type réussite/échec pour un produit spécifique dans l'application donnée.

SÉCURITÉ PHOTOBIOLOGIQUE DES LAMPES ET DES APPAREILS UTILISANT DES LAMPES –

Partie 7: Sources de lumière et luminaires qui émettent principalement un rayonnement visible

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62471 spécifie une évaluation de la sécurité photobiologique des sources de lumière électriques et des luminaires en utilisation normale ainsi que des exigences fondamentales pour les produits. Elle s'applique aux sources de lumière électriques et aux luminaires qui émettent des rayonnements principalement dans le domaine spectral visible (380 nm à 780 nm) et qui sont utilisés pour éclairer des espaces ou des objets ou utilisés pour la signalisation.

Les sources de lumière électriques et les luminaires conçus pour émettre des rayonnements dans le domaine visible peuvent également émettre des rayonnements dans les domaines ultraviolet (UV) et infrarouge (IR) en fonction de la technologie appliquée. Le présent document inclut donc les dangers de la lumière bleue, les dangers thermiques, les dangers des UV, des UV-A, des IR et les dangers thermiques pour la peau du rayonnement optique dans le domaine de longueurs d'onde compris entre 200 nm et 3 000 nm.

Les sources de lumière électriques et les luminaires conçus pour émettre principalement des rayonnements en dehors du domaine spectral visible (380 nm à 780 nm) (par exemple, les stérilisateurs UV ou les dispositifs de chauffage industriels) ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

Les sources de lumière électriques pour l'éclairage sont considérées comme émettant une lumière continue pour l'évaluation de la sécurité photobiologique. Cela inclut les sources de lumière avec modulation de largeur d'impulsions (MLI).

Le présent document peut également s'appliquer à la fonction d'éclairage des luminaires multifonctions qui peuvent remplir simultanément des fonctions autres que l'éclairage. D'autres normes peuvent s'appliquer pour la ou les fonctions non éclairantes.

Le présent document peut également s'appliquer aux sources de lumière électriques et aux luminaires qui émettent de la lumière visible lorsqu'il n'existe aucune limite liée à la présence de personnes (par exemple, pour l'horticulture).

Le présent document peut également s'appliquer aux appareils à laser utilisés pour l'éclairage et la signalisation lorsque les conditions du 4.4 de l'IEC 60825-1:2014 sont remplies.

NOTE Pour les autres exigences relatives aux appareils à laser, voir l'IEC 60825-1:2014.

Le présent document est destiné à être référencé dans les normes de produits pour l'évaluation des aspects de sécurité photobiologique applicables. Des détails supplémentaires pour l'évaluation de la sécurité photobiologique et la présentation des données sont spécifiés dans les normes de produits.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 60050-845, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) – Partie 845: Éclairage*, disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>

IEC 60598-1:2020, *Luminaires – Partie 1: Exigences générales et essais*

IEC 62471:2006, *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*

IEC 62471-5:2015, *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes – Partie 5: Projecteurs d'images* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

danger de la lumière bleue

possibilité de lésion rétinienne d'origine photochimique (maculopathie photique) résultant d'une exposition au rayonnement optique à des longueurs d'onde principalement comprises entre 400 nm et 500 nm

Note 1 à l'article: Ce mécanisme de dommage prévaut sur le mécanisme de dommage thermique pendant des durées d'exposition de plus de 10 s.

Note 2 à l'article: La fonction de pondération s'étend aux rayonnements UV-A pour les personnes sans cristallin normal absorbant les UV-A.

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-26-055, modifié – Dans la Note 2 à l'article, "spectre d'action" a été remplacé par "fonction de pondération".]

3.2

limite d'exposition

niveau maximal d'exposition d'une surface, habituellement l'œil ou la peau, dont il n'est pas prévu qu'il entraîne des effets biologiques indésirables

Note 1 à l'article: Les limites d'exposition pour la sécurité humaine des rayonnements optiques, H_L , sont normalement recommandées par la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP).

Note 2 à l'article: Les limites d'exposition sont souvent basées sur l'éclairement énergétique (par exemple, pour la peau), mais lorsque cela est approprié, peuvent également être basées sur la luminance énergétique (par exemple, le danger de la lumière bleue des sources étendues).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-26-072]

3.3**limite d'émission**

valeur maximale spécifiée du niveau d'émission d'une source de rayonnement optique, dont il n'est pas prévu qu'elle entraîne des effets biologiques indésirables pour une application spécifique

Note 1 à l'article: L'évaluation des sources par rapport aux limites d'émission peut être fondée sur les conditions raisonnablement prévisibles d'exposition pondérée dans le temps. Elle intègre le concept de durée d'exposition et de distance d'exposition et est obtenue à partir des limites d'exposition.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-03-12, modifié – Le domaine a été supprimé, la définition a été adaptée par rapport au rayonnement optique et la Note à l'article a été ajoutée.]

3.4**champ de vision****FOV**

angle solide tel que "vu" par le récepteur (angle d'acceptation), par exemple, d'un radiomètre ou d'un spectroradiomètre, duquel le récepteur reçoit un rayonnement

Note 1 à l'article: Il convient de ne pas confondre le champ de vision avec l'étendue angulaire de la source apparente α .

Note 2 à l'article: Un angle plan est parfois utilisé pour décrire un champ de vision à angle solide symétrique circulaire.

Note 3 à l'article: Le champ de vision est exprimé en stéradian (sr).

Note 4 à l'article: L'abréviation "FOV" est dérivée du terme anglais développé correspondant "field of view".

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-25-077]

3.5**éclairage****éclairage lumineux**

E_v

densité du flux lumineux incident par rapport à l'aire en un point d'une surface réelle ou fictive, exprimée par

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$$

où Φ_v est le flux lumineux et A est l'aire qui reçoit ce flux

Note 1 à l'article: L'éclairage peut être dérivé de la distribution de l'éclairage spectral énergétique par

$$E_v = K_m \int_0^{\infty} E_{e,\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d(\lambda)$$

où K_m est l'efficacité lumineuse maximale, $E_{e,\lambda}(\lambda)$ est l'éclairage spectral énergétique à la longueur d'onde λ et $V(\lambda)$ est l'efficacité lumineuse spectrale.

Note 2 à l'article: La grandeur radiométrique correspondante est "l'éclairage énergétique". La grandeur correspondante pour les photons est "l'éclairage énergétique photonique".

Note 3 à l'article: L'éclairage est exprimé en lux ($lx = lm \cdot m^{-2}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-060]

3.6 rayonnement infrarouge IRR

rayonnement optique dont les longueurs d'onde sont supérieures à celles du rayonnement visible

Note 1 à l'article: Pour le rayonnement infrarouge, le domaine entre 780 nm et 1 mm est généralement divisé en:

IR-A: 780 nm à 1 400 nm, ou 0,78 µm à 1,4 µm;

IR-B: 1,4 µm à 3,0 µm;

IR-C: 3 µm à 1 mm.

Note 2 à l'article: Une limite précise entre "rayonnement visible" et "rayonnement infrarouge" ne peut pas être définie dans la mesure où une sensation visuelle est possible à des longueurs d'onde supérieures à 780 nm.

Note 3 à l'article: Dans certaines applications, le spectre infrarouge a également été divisé en infrarouge "proche", "moyen" et "lointain". Toutefois, les limites varient nécessairement avec l'application.

Note 4 à l'article: L'abréviation "IRR" est dérivée du terme anglais développé correspondant "infrared radiation".

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-004]

3.7 éclairage énergétique

densité du flux énergétique incident par rapport à l'aire en un point d'une surface réelle ou fictive

$$E_e = \frac{d\Phi_e}{dA}$$

où Φ_e est le flux énergétique et A est l'aire qui reçoit ce flux

Note 1 à l'article: La grandeur photométrique correspondante est "l'éclairage lumineux". La grandeur correspondante pour les photons est "l'éclairage énergétique photonique".

Note 2 à l'article: L'éclairage énergétique est exprimé en watt par mètre carré ($W \cdot m^{-2}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-053]

3.8 source de lumière électrique

source primaire de lumière avec dispositif de raccordement à l'alimentation électrique, généralement conçue pour être intégrée à un luminaire

Note 1 à l'article: Dans les normes IEC, les termes "source de lumière" et "lampe" sont couramment employés avec la même signification.

Note 2 à l'article: Une source de lumière électrique peut être une lampe électrique, ou un module LED conçu pour être raccordé au moyen de bornes, connecteurs ou dispositifs analogues.

Note 3 à l'article: Pour les produits qui ont les mêmes caractéristiques physiques que les sources de lumière électriques pour l'éclairage général, mais qui sont construits pour émettre un rayonnement optique (IEV 845-21-002) principalement dans le spectre IR ou UV, le terme "lampe IR" ou "lampe UV" est souvent utilisé.

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-27-004, modifié – Dans la Note 1 à l'article, "le terme" a été remplacé par "les termes" et "et "lampe" sont" a été ajouté, et la Note 3 à l'article a été ajoutée.]

3.9 luminaire

appareil servant à répartir, filtrer ou transformer la lumière provenant d'au moins une source de rayonnement optique et qui comprend, à l'exclusion des sources elles-mêmes, toutes les pièces nécessaires pour fixer et protéger les sources et, si nécessaire, les circuits auxiliaires ainsi que les moyens permettant leur connexion à l'alimentation électrique

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-30-001]

3.10 rayonnement optique

rayonnement électromagnétique dont les longueurs d'onde sont comprises entre le domaine de transition vers les rayons X ($\lambda \approx 1 \text{ nm}$) et le domaine de transition vers les ondes radioélectriques ($\lambda \approx 1 \text{ mm}$)

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-002]

3.11 luminance énergétique

L_e

L

densité d'intensité énergétique par rapport à l'aire projetée dans une direction spécifiée en un point spécifié sur une surface réelle ou fictive, exprimée par

$$L_e = \frac{dI_e}{dA} \cdot \frac{1}{\cos\alpha}$$

où I_e est l'intensité énergétique, A est l'aire, et α est l'angle entre la perpendiculaire à la surface au point spécifié et la direction spécifiée

Note 1 à l'article: Dans une acception pratique, la luminance énergétique ou radiance peut être observée comme divisant une surface réelle ou fictive en un nombre infini de surfaces infinitésimalement petites qui peuvent être considérées comme des sources ponctuelles, chacune de ces sources ayant une intensité énergétique spécifique, I_e , dans la direction spécifiée. La luminance énergétique ou radiance de la surface est alors l'intégrale de ces éléments de radiance sur toute la surface.

L'équation dans la définition peut être interprétée mathématiquement comme une dérivée (c'est-à-dire un taux de variation de l'intensité énergétique avec l'aire projetée) et peut en variante être reformulée en tant qu'intensité énergétique moyenne \bar{I}_e sous la forme

$$L_e = \lim_{A \rightarrow 0} \frac{\bar{I}_e}{A} \cdot \frac{1}{\cos\alpha}$$

De fait, la radiance est souvent considérée comme un quotient des grandeurs moyennées; il convient que l'aire, A , soit suffisamment petite de sorte que les incertitudes dues aux variations de l'intensité énergétique dans cette surface

soient négligeables; à défaut, le quotient $\bar{L}_e = \frac{\bar{I}_e}{A} \cdot \frac{1}{\cos\alpha}$ donne la radiance moyenne et les conditions de mesure spécifiques doivent être consignées avec le résultat.

Note 2 à l'article: Pour une surface irradiée, une formule équivalente en matière d'éclairement, E_e , et d'angle solide, Ω , est

$L_e = \frac{dE_e}{d\Omega} \cdot \frac{1}{\cos\theta}$, où θ est l'angle entre la perpendiculaire à la surface irradiée et la direction d'irradiation. Cette forme est utile lorsque la source n'a pas de surface (par exemple, le ciel, le plasma d'une décharge).

Note 3 à l'article: Une formule équivalente est $L_e = \frac{d\Phi_e}{dG}$, où Φ_e est le flux énergétique et G est l'étendue géométrique.

Note 4 à l'article: Le flux énergétique peut être obtenu par intégration de la radiance dans une surface projetée, $A \cdot \cos \alpha$, et l'angle solide, Ω :

$$\Phi_e = \iint L_e \cdot \cos \alpha \cdot dA \cdot d\Omega$$

Note 5 à l'article: Puisque l'étendue optique, exprimée par $G \cdot n^2$, où G est l'étendue et n est l'indice de réfraction, est un invariant, la grandeur exprimée par $L_e \cdot n^2$ est également un invariant le long du trajet du faisceau si les pertes par absorption, réflexion et diffusion sont considérées comme nulles. Cette grandeur est appelée "luminance réduite".

Note 6 à l'article: L'équation dans la définition peut également être décrite en fonction du flux énergétique, Φ_e . Dans ce cas, elle est mathématiquement interprétée comme une dérivée partielle seconde du flux énergétique en un point spécifié (x, y) dans l'espace dans une direction spécifiée (ϑ, φ) par rapport à l'aire projetée, $A \cdot \cos \alpha$, et l'angle solide, Ω ,

$$L_e(x, y, \vartheta, \varphi) = \frac{\partial^2 \Phi_e(x, y, \vartheta, \varphi)}{\partial A(x, y) \cdot \cos \alpha \cdot \partial \Omega(\vartheta, \varphi)}$$

où α est l'angle entre la perpendiculaire à cette surface au point spécifié et dans la direction spécifiée.

Note 7 à l'article: La grandeur photométrique correspondante est la "luminance". La grandeur correspondante pour les photons est la "luminance photonique".

Note 8 à l'article: La radiance est exprimée en watt par mètre carré par stéradian ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-049]

3.12 rétine

membrane à l'intérieur du fond de l'œil, sensible au stimulus lumineux

Note 1 à l'article: La rétine est composée de photorécepteurs et de cellules nerveuses qui interconnectent et transmettent au nerf optique les signaux résultant de l'excitation des photorécepteurs. Les photorécepteurs de la rétine humaine sont de trois types: les cônes et les bâtonnets en charge de la vision, et les cellules ganglionnaires de la rétine intrinsèquement photosensibles qui jouent un rôle dans le contrôle des systèmes circadiens et neuroendocriniens.

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-22-001]

3.13 éclairage spectral énergétique

$E_{e,\lambda}$

E_λ

densité d'éclairage énergétique par rapport à la longueur d'onde

Note 1 à l'article: L'éclairage spectral énergétique est exprimé par

$$E_{e,\lambda} = \frac{dE_e(\lambda)}{d\lambda}$$

où $E_e(\lambda)$ est l'éclairage énergétique par rapport à la longueur d'onde λ .

Note 2 à l'article: L'éclairage spectral énergétique est exprimé en watt par mètre carré par nanomètre ($W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-056, modifié – Une partie de la définition a été incluse dans la Note 1 à l'article.]

3.14 luminance spectrale

 L_{λ}

densité de luminance énergétique par rapport à la longueur d'onde

Note 1 à l'article: La luminance spectrale est exprimée par

$$L_{e,\lambda} = \frac{dL_e(\lambda)}{d\lambda}$$

où $L_e(\lambda)$ est la luminance énergétique par rapport à la longueur d'onde λ .

Note 2 à l'article: La luminance spectrale est exprimée en watt par mètre carré par nanomètre par stéradian ($W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1} \cdot sr^{-1}$).

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-052, modifié – Une partie de la définition a été incluse dans la Note 1 à l'article.]

3.15 rayonnement ultraviolet rayonnement UV UVR

rayonnement optique dont les longueurs d'onde sont inférieures à celles du rayonnement visible

Note 1 à l'article: Le domaine entre 100 nm et 400 nm est généralement divisé en:

UV-A: 315 nm à 400 nm;

UV-B: 280 nm à 315 nm;

UV-C: 100 nm à 280 nm.

Note 2 à l'article: Une limite précise entre rayonnement ultraviolet et rayonnement visible ne peut pas être définie dans la mesure où une sensation visuelle à des longueurs d'onde inférieures à 400 nm est constatée pour des sources très claires.

Note 3 à l'article: Dans certaines applications, le spectre ultraviolet a également été divisé en ultraviolet "lointain", "du vide" et "proche"; toutefois, les limites varient nécessairement avec l'application (par exemple, météorologie, conception optique, photochimie et physique thermique).

Note 4 à l'article: L'abréviation "UVR" est dérivée du terme anglais développé correspondant "ultraviolet radiation".

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-008]

3.16 rayonnement visible

rayonnement optique susceptible de produire directement une sensation visuelle

Note 1 à l'article: Il n'existe pas de limites précises pour le domaine spectral du rayonnement visible puisqu'elles dépendent du flux énergétique qui atteint la rétine et de la sensibilité de l'observateur. La limite inférieure est prise généralement entre 360 nm et 400 nm et la limite supérieure entre 760 nm et 830 nm.

[SOURCE: IEC 60050-845:2020, 845-21-003]

3.17**efficacité du danger des ultraviolets du rayonnement lumineux** $K_{S,v}$

quotient de la grandeur du danger des ultraviolets sur la grandeur photométrique correspondante

$$K_{S,v} = \frac{E_S}{E_V}$$

où

E_S est l'éclairement énergétique actinique efficace en $W \cdot m^{-2}$ et

E_V est l'éclairement lumineux en $lx = lm \cdot m^{-2}$

EXEMPLE Pour $E_S = 10^{-3} W \cdot m^{-2}$ et $E_V = 500 lx$, $K_{S,v} = 2 \cdot 10^{-6} W \cdot lm^{-1} = 2 mW \cdot klm^{-1}$.

Note 1 à l'article: L'efficacité du danger des ultraviolets du rayonnement lumineux est exprimée en watts par lumen ($W \cdot lm^{-1}$), éventuellement avec un préfixe métrique (ici $mW \cdot klm^{-1}$).

Note 2 à l'article: L'efficacité du danger des ultraviolets du rayonnement lumineux est obtenue en pondérant la distribution de puissance spectrale de la lampe ou du module LED à l'aide de la fonction de danger $S_{UV}(\lambda)$. Des informations sur la fonction de danger UV pertinente sont données dans l'IEC 62471:2006. Elles traitent uniquement des dangers potentiels liés à l'exposition des humains aux rayons UV. Elles ne traitent pas de l'influence éventuelle du rayonnement optique sur les matériaux, comme les dommages mécaniques ou la décoloration.

[SOURCE: IEC 62031:2018, 3.1, modifié – L'équation et les explications correspondantes ont été ajoutées.]

3.18**efficacité du danger des UV-A du rayonnement lumineux** $K_{UV-A,v}$

quotient de la grandeur du danger des ultraviolets sur la grandeur photométrique correspondante

$$K_{UV-A,v} = \frac{E_{UV-A}}{E_V}$$

où

E_{UV-A} est l'éclairement énergétique UV-A efficace en $W \cdot m^{-2}$ et

E_V est l'éclairement lumineux en $lx = lm \cdot m^{-2}$

EXEMPLE Pour $E_{UV-A} = 10 W \cdot m^{-2}$ et $E_V = 500 lx$, $K_{UV-A,v} = 20 \cdot 10^{-3} W \cdot lm^{-1} = 20 W \cdot klm^{-1}$.

Note 1 à l'article: L'efficacité du danger des ultraviolets UV-A du rayonnement lumineux est exprimée en watts par lumen ($W \cdot lm^{-1}$), éventuellement avec un préfixe métrique (ici $mW \cdot klm^{-1}$).

3.19

efficacité du danger oculaire des infrarouges du rayonnement lumineux

 $K_{IR,v}$

quotient de la grandeur du danger oculaire des infrarouges E_{IR} sur la grandeur photométrique correspondante

$$K_{IR,v} = \frac{E_{IR}}{E_v}$$

où

E_{IR} est l'éclairement énergétique efficace E_{IR} en $W \cdot m^{-2}$ et

E_v est l'éclairement lumineux en $lx = lm \cdot m^{-2}$

EXEMPLE Pour $E_{IR} = 100 W \cdot m^{-2}$ et $E_v = 500 lx$, $K_{IR,v} = 200 \cdot 10^{-3} W \cdot lm^{-1} = 200 W \cdot klm^{-1}$.

Note 1 à l'article: L'efficacité du danger oculaire des infrarouges du rayonnement lumineux est exprimée en watts par lumen ($W \cdot lm^{-1}$), éventuellement avec un préfixe métrique (ici $mW \cdot klm^{-1}$).

3.20

niveau d'émission

quantité de rayonnement optique émise par un produit mesurée dans des conditions de fonctionnement spécifiques à une certaine distance

3.21

source de lumière blanche

produit fonctionnant à l'électricité destiné à émettre ou, dans le cas d'une source lumineuse non incandescente, destiné à pouvoir être réglé pour émettre de la lumière, ou les deux, présentant toutes les caractéristiques optiques suivantes:

coordonnées de chromaticité x et y dans la plage $0,270 < x < 0,530$ et $2,3172 x^2 + 2,3653 x - 0,2199 < y < -2,3172 x^2 + 2,3653 x - 0,1595$

[SOURCE: Règlement (UE) 2019/2020 de la Commission, Article 2, définition (1), modifiée – Le terme "source lumineuse" a été remplacé par "source de lumière blanche" et les points (b), (c), (d) et le texte après le point (d) ont été supprimés.]

4 Dangers du rayonnement optique des sources de lumière et des luminaires

Le rayonnement optique dans le domaine de longueurs d'onde compris entre 200 nm et 3 000 nm peut affecter et endommager les tissus humains, en fonction de la longueur d'onde d'émission, du niveau d'émission et de la durée d'exposition. La Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) a publié un ensemble complet de limites d'exposition dans différents domaines de longueurs d'onde.

Du fait de la forte absorption du rayonnement optique par les tissus, il convient que l'évaluation des dangers du rayonnement optique tienne compte de l'exposition de la peau, des éléments internes de l'œil (cornée, conjonctive et cristallin) et de la rétine. Les limites d'émission pour la peau et les parties internes de l'œil sont exprimées en éclairement énergétique. Les limites d'émission pour la rétine sont exprimées en luminance énergétique.

Alors que le domaine d'application du présent document comprend le rayonnement optique dans le domaine de longueurs d'onde de 200 nm à 3 000 nm, l'exposition de la rétine ne doit être prise en compte que dans le domaine de longueurs d'onde de 300 nm à 1 400 nm, en raison des caractéristiques de transmission de l'œil.

Les dangers pris en compte dans le présent document sont récapitulés dans le Tableau 1 et décrits en détail dans la suite du présent document. Des informations générales supplémentaires sont fournies à l'Annexe A.

Pour un exemple d'évaluation complète d'un luminaire de bureau à LED, voir l'Annexe E.

Tableau 1 – Dangers du rayonnement optique traités dans le présent document

Danger du rayonnement optique	Tissu cible	Fonction de pondération ^a	Domaine de longueurs d'onde nm	Grandeur évaluée	Symbole du niveau d'émission	Unité
UV actiniques	Peau et tissus internes de l'œil	$S_{UV}(\lambda)$	200 à 400	Éclairement énergétique	E_s	$W \cdot m^{-2}$
UV-A	Cristallin	N/A	315 à 400	Éclairement énergétique	E_{UV-A}	$W \cdot m^{-2}$
Lumière bleue	Rétine	$B(\lambda)$	300 à 700	Luminance énergétique	L_B	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Lumière bleue, source de petite taille	Rétine	$B(\lambda)$	300 à 700	Éclairement énergétique	E_B	$W \cdot m^{-2}$
Danger thermique pour la rétine	Rétine	$R(\lambda)$	380 à 1 400	Luminance énergétique	L_R	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Danger thermique pour la rétine, faible stimulus visuel	Rétine	$R(\lambda)$	780 à 1 400	Luminance énergétique	L_{IR}	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
Infrarouge	Tissus internes de l'œil	N/A	780 à 3 000	Éclairement énergétique	E_{IR}	$W \cdot m^{-2}$
Visible et infrarouge	Peau	N/A	380 à 3 000	Éclairement énergétique	E_H	$W \cdot m^{-2}$

^a Les fonctions de pondération pour $S_{UV}(\lambda)$ et $B(\lambda)$ sont définies dans l'IEC 62471:2006 et la fonction de pondération pour $R(\lambda)$ est définie dans l'IEC 62471-5:2015.

Si des mesures sont nécessaires, ils doivent être réalisés conformément à l'IEC 62471:2006 sauf spécification contraire dans le présent document.

Pour les sources de lumière avec modulation de largeur d'impulsions (MLI), les niveaux d'émission de lumière continue (ondes continues (CW, *Continuous Wave*)) s'appliquent.

Pour les luminaires dont l'angle du faisceau est réglable, la condition la plus sévère doit être choisie pour chaque évaluation.

Dans le présent document, l'évaluation d'un luminaire est comprise comme l'évaluation d'un luminaire avec l'utilisation normale prévue des sources de lumière spécifiées ou avec les sources de lumière installées. Pour le choix des sources de lumière, l'Annexe B de l'IEC 60598-1:2020 doit être utilisée.

5 Exposition de la peau et de l'œil aux dangers actiniques des UV (200 nm à 400 nm)

5.1 Généralités

L'éclairement énergétique relatif aux dangers des ultraviolets E_S des sources de lumière et des luminaires est exprimé en $W \cdot m^{-2}$ et défini comme suit:

$$E_S = \sum_{200 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} E_\lambda \cdot S_{UV}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

où

E_λ est l'éclairement spectral énergétique en $W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$;

$S_{UV}(\lambda)$ est la fonction de pondération des ultraviolets;

$\Delta\lambda$ est l'incrément de longueur d'onde en nm.

Des informations complémentaires sont données à l'Annexe B.

5.2 Évaluation des UV actiniques des sources de lumière

L'efficacité du danger des ultraviolets du rayonnement lumineux est classée en trois domaines, comme suit:

- a) $K_{S,v} \leq 2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$
- b) $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1} < K_{S,v} \leq 6 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$
- c) $K_{S,v} > 6 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$

Les sources de lumière doivent être évaluées et classées selon les trois domaines a), b) et c).

La valeur de $K_{S,v}$ doit être calculée à partir des mesures d'éclairement énergétique spécifiées dans l'IEC 62471.

NOTE Les limites d'émission de l'IEC 62471 sont données par l'éclairement énergétique efficace en $W \cdot m^{-2}$. Pour la classification des groupes de risques selon l'IEC 62471, les valeurs pour les lampes d'éclairage général sont rapportées à un éclairement de 500 lx. À ce niveau d'éclairement, la limite d'émission pour le groupe exempté est de $0,001 W \cdot m^{-2}$, et l'efficacité du danger des ultraviolets du rayonnement lumineux $K_{S,v}$ peut être calculée comme suit:

$$K_{S,v} = \frac{0,001 W \cdot m^{-2}}{500 \text{ lx}} = \frac{0,001 W \cdot m^{-2}}{500 \text{ lm} \cdot m^{-2}} = 2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$$

De façon similaire, le même calcul s'applique pour les limites d'émission à faible risque avec $0,003 W \cdot m^{-2}$, ce qui donne une valeur de $6 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$.

5.3 Évaluation des UV actiniques des luminaires

L'efficacité du danger des ultraviolets du rayonnement lumineux $K_{S,v}$ des luminaires ne doit pas dépasser $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$.

Selon l'évaluation des UV actiniques de la source de lumière, les exigences suivantes applicables aux luminaires doivent être respectées afin que le luminaire puisse être utilisé sans restrictions:

- a) pour les luminaires qui fonctionnent avec des sources de lumière dont l'évaluation a donné une valeur $K_{S,v}$ de $\leq 2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$, aucun essai ni aucune évaluation n'est exigé;

- b) pour les luminaires qui fonctionnent avec des sources de lumière dont l'évaluation a donné une valeur de $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1} < K_{S,v} \leq 6 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$, un écran de protection est exigé;

NOTE 1 Les types de verres utilisés pour les luminaires inclus dans le domaine d'application du présent document réduisent le rayonnement UV actinique à un niveau suffisamment bas (voir 4.24.1 de l'IEC 60598-1:2020).

- c) pour les luminaires qui fonctionnent avec des sources de lumière dont les évaluations ont donné une valeur supérieure à $K_{S,v} = 6 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$, un écran de protection ou un verre frontal est exigé.

NOTE 2 L'Annexe P de l'IEC 60598-1:2020 décrit des méthodes qui fournissent un blindage adéquat contre le rayonnement UV actinique des luminaires pour les lampes DHI.

Si aucun résultat d'évaluation selon 5.2 n'est fourni pour la source de lumière, la valeur de $K_{S,v}$ doit être calculée à partir des mesures d'éclairement spectral énergétique spécifiées dans l'IEC 62471.

Les luminaires qui ne sont pas capables de produire un éclairement énergétique UV actinique E_S supérieur à $0,001 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ lorsqu'ils sont évalués conformément à l'IEC 62471:2006 à une distance de 200 mm sont réputés conformes aux exigences du présent 5.3.

6 Évaluation du danger des UV-A pour le cristallin de l'œil (315 nm à 400 nm)

6.1 Généralités

L'éclairement énergétique relatif au danger des UV-A E_{UV-A} des sources de lumière et des luminaires est exprimé en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ et défini comme suit:

$$E_{UV-A} = \sum_{315 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

où

E_{λ} est l'éclairement spectral énergétique en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$;

$\Delta\lambda$ est l'incrément de longueur d'onde en nm.

Des informations complémentaires sont données à l'Annexe B.

6.2 Évaluation des UV-A des sources de lumière et des luminaires

Pour les sources de lumière qui émettent un rayonnement visible, il est prévu que la durée d'observation directe cumulée des sources de lumière ne soit pas supérieure à 1 000 s sur une période de 8 h. L'efficacité correspondante du danger des ultraviolets UV-A du rayonnement lumineux est $K_{UV-A,v} = 20 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$ et est obtenue à partir du niveau d'émission $E_{UV-A} = 10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ et de $E_v = 500 \text{ lx}$ (voir 3.18).

Les sources de lumière et les luminaires pour l'éclairage général ne présentent pas un rayonnement UV-A suffisant pour dépasser ce niveau d'émission dans l'application. Même les lampes à décharge à haute intensité (par exemple, les lampes à halogénures métallisés ou les lampes à arc) n'ont qu'un potentiel de $1 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$ et ne dépassent pas $K_{UV-A,v} = 20 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$. Par conséquent, aucun essai relatif aux UV-A n'est nécessaire pour les sources de lumière et les luminaires. L'évaluation n'est exigée que pour les produits dans lesquels des UV-A sont intentionnellement ajoutés à la lumière visible. Les procédures de mesurage de l'éclairement énergétique sont données dans l'IEC 62471. La valeur de $K_{UV-A,v}$ doit être calculée et ne doit pas dépasser $20 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$.

Les luminaires doivent être évalués tels qu'ils sont livrés et qu'ils peuvent être utilisés par l'utilisateur; si des fonctions ne peuvent pas être désactivées, elles sont également évaluées.

L'évaluation du rayonnement UV-A doit être effectuée dans la direction qui présente l'éclairement énergétique UV-A le plus élevé.

Les luminaires qui ne sont pas capables de produire un éclairement énergétique E_{UV-A} supérieur à $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ lorsqu'ils sont évalués conformément à l'IEC 62471:2006 à une distance de 200 mm sont réputés conformes aux exigences du présent 6.2.

7 Évaluation du danger de la lumière bleue pour la rétine (300 nm à 700 nm)

7.1 Généralités

La luminance énergétique relative au danger de la lumière bleue des sources de lumière et des luminaires, L_B , est exprimée en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ et définie comme suit:

$$L_B = \sum_{300\text{nm}}^{700\text{nm}} L_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

où

L_λ est la luminance spectrale en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{nm}^{-1}$;

$B(\lambda)$ est la fonction de pondération du danger de la lumière bleue;

$\Delta\lambda$ est l'incrément de longueur d'onde en nm.

Des informations complémentaires sont données à l'Annexe C.

7.2 Évaluation du danger de la lumière bleue des sources de lumière

Les sources de lumière ne sont pas limitées à une application spécifique. Pour permettre la transférabilité des résultats de la source de lumière pour la luminance énergétique relative au danger de la lumière bleue (L_B) au luminaire qui comporte la même source de lumière, la source de lumière doit être évaluée selon la méthodologie décrite dans l'IEC 62471 et donnée pour une distance d'évaluation de 200 mm et un FOV de 1,7 mrad. Les sources de lumière doivent être utilisées et évaluées dans les conditions où le flux lumineux est le plus élevé.

NOTE 1 La distance de mesurage n'est pas nécessairement la même que la distance d'évaluation.

NOTE 2 Le FOV de 1,7 mrad a été choisi pour prendre en compte le résultat de luminance énergétique le plus élevé en tenant compte des points chauds pour la transférabilité des résultats au luminaire.

Les lampes peuvent être évaluées avec un FOV de 11 mrad à une distance de 200 mm.

Lorsque les lampes sont utilisées dans des luminaires sans optique de focalisation supplémentaire, un FOV de 11 mrad à une distance de 200 mm peut également être appliqué.

La documentation technique des sources de lumière doit indiquer la luminance énergétique maximale relative au danger de la lumière bleue mesurée dans les conditions ci-dessus ou dans le groupe d'applications correspondant des luminaires conformément au Tableau 2. La valeur d'émission L_B mesurée doit servir de base pour le choix du groupe d'applications conformément au Tableau 2.

NOTE 3 L'adéquation d'une source de lumière pour une utilisation en toute sécurité dans les applications de luminaires correspondantes est spécifiée dans la partie applicable de la série de normes relatives aux luminaires IEC 60598.

7.3 Évaluation du danger de la lumière bleue des luminaires

Les luminaires doivent être conformes aux limites d'émission indiquées dans le Tableau 2 qui s'appliquent au groupe d'applications concerné.

La procédure d'évaluation du danger de la lumière bleue des luminaires est la suivante:

- les luminaires sont assignés à des applications spécifiques (BLH-A à BLH-C) selon leur conception technique;
- d'après les limites d'exposition de l'ICNIRP, les limites d'émission par groupe d'applications sont alors spécifiées comme "Limites d'émission de luminance énergétique de la lumière bleue L_B " dans le Tableau 2;
- les luminaires sont évalués à la distance spécifiée pour l'application. Le niveau d'émission mesuré doit être inférieur à la valeur limite d'émission.

Si une source de lumière est classée dans un groupe d'applications selon la procédure décrite en 7.2, les données peuvent être transférées au luminaire sans aucun essai supplémentaire sur le luminaire.

Les restrictions et permissions suivantes doivent s'appliquer au transfert des résultats de luminance énergétique relative au danger de la lumière bleue des sources de lumière au luminaire:

- le résultat d'une source de lumière spécifiée pour le groupe d'applications BLH-A peut être utilisé pour les luminaires et applications des groupes BLH-A, BLH-B et BLH-C, sans mesurage complémentaire;
- le résultat d'une source de lumière spécifiée pour le groupe d'applications BLH-B peut être utilisé pour les luminaires et applications des groupes BLH-B et BLH-C, sans mesurage complémentaire. Un mesurage du luminaire est nécessaire si la source de lumière est utilisée dans le groupe d'applications BLH-A;
- le résultat d'une source de lumière spécifiée pour le groupe d'applications BLH-C peut être utilisé pour les luminaires et applications du groupe BLH-C, sans mesurage complémentaire. Un mesurage du luminaire est nécessaire si la source de lumière est utilisée dans le groupe d'applications BLH-A ou BLH-B;
- si une source de lumière est spécifiée pour le groupe d'applications BLH-D, un mesurage du luminaire est nécessaire pour spécifier le groupe d'applications ou une distance d'évaluation appropriée.

NOTE 1 Les conditions de transférabilité reposent sur le fait que la luminance énergétique ne peut pas être augmentée par une optique supplémentaire ni en augmentant le nombre de sources de lumière dans un luminaire.

Si un mesurage du luminaire est exigé, il doit être réalisé avec un FOV de 11 mrad et la distance d'évaluation (Tableau 2) pour l'application du luminaire doit être utilisée.

NOTE 2 La distance de mesurage peut être différente de la distance d'évaluation.

Tableau 2 – Limites d'émission de luminance énergétique de la lumière bleue en fonction de l'application aux distances d'évaluation des luminaires

Groupe d'applications	Limite d'émission de luminance énergétique relative au danger de la lumière bleue ^c L_B	Distance d'évaluation ^b mm	Groupes d'applications des luminaires ^a
BLH-A	10 000 W · m ⁻² · sr ⁻¹	200	<ul style="list-style-type: none"> • veilleuses montées sur prises de courant réseau • luminaires portatifs pour enfants • luminaires utilisés dans les secteurs cliniques des hôpitaux et des établissements de santé (autres que les plafonniers et/ou les luminaires encastrés)
		1 000	<ul style="list-style-type: none"> • luminaires de signalisation • dispositifs de signalisation lumineuse pour les véhicules et leurs remorques • signalisation routière • panneaux de sécurité d'urgence
BLH-B	100 000 W · m ⁻² · sr ⁻¹	200	<ul style="list-style-type: none"> • baladeuses • luminaires portatifs • luminaires de bureau • guirlandes lumineuses • cordons lumineux • luminaires muraux • luminaires suspendus à usage professionnel et domestique • luminaires pour aquarium • luminaires pour piscines et usages analogues • éclairage intérieur de véhicules (installé dans l'habitacle) • luminaires encastrés dans le sol (zones accessibles, voir l'Annexe A de l'IEC 60598-2-13:2006 et l'Annexe A de l'IEC 60598-2-13:2006/AMD2:2016)
		1 000	<ul style="list-style-type: none"> • plafonniers et/ou appareils d'éclairage encastrés • éclairage de magasins • luminaires pour éclairage public • projecteur au sol • éclairage diffusant • luminaires encastrés dans le sol (zones non accessibles, voir l'Annexe A de l'IEC 60598-2-13:2006 et l'Annexe A de l'IEC 60598-2-13:2006/AMD2:2016)
BLH-C ^d	4 000 000 W · m ⁻² · sr ⁻¹	1 000	<ul style="list-style-type: none"> • luminaires pour éclairage scénique • studio de télévision et de cinéma • dispositifs d'éclairage de la route et de projection sur la route pour les véhicules
BLH-D ^d	Si le niveau d'émission de 4 000 000 W · m ⁻² · sr ⁻¹ est dépassé.	<p>Le groupe d'applications BLH-D n'est acceptable pour aucun luminaire inclus dans le domaine d'application du présent document.</p> <p>La distance d'évaluation de la limite thermique doit être déterminée comme la distance à laquelle au moins le niveau d'émission pour BLH-C est observé.</p>	
<p>^a Si le produit fini ne correspond à aucune de ces descriptions, l'organigramme de la Figure C.1 peut être appliqué pour déterminer le groupe d'applications. La Figure C.1 est considérée comme normative dans ce cas.</p> <p>^b Pour les luminaires fixes, la distance d'évaluation peut être augmentée lorsque cela est approprié pour l'application du luminaire spécifique. Dans ce cas, les informations relatives à la distance d'évaluation utilisée doivent être fournies sous forme de distance minimale dans les instructions d'installation du luminaire.</p> <p>^c Pour le contexte des limites d'émission de luminance énergétique de la lumière bleue, voir l'Annexe C.</p> <p>^d Les limites thermiques de la rétine doivent être prises en compte</p>			

7.4 Évaluation du danger de la lumière bleue pour la rétine – Source de petite taille (300 nm à 700 nm)

Si la taille de la source est inférieure à 11 mrad à la distance d'évaluation, la condition de source de petite taille est remplie (voir IEC 62471).

L'évaluation selon 7.2 s'applique également aux sources de lumière de petite taille, car la luminance énergétique est mesurée avec un FOV de 1,7 mrad.

Le mesurage de l'éclairement énergétique des sources de lumière de petite taille n'est pas transférable au luminaire.

La taille des luminaires dépasse normalement 11 mrad à la distance d'évaluation et l'évaluation du danger de la lumière bleue pour la rétine est exigée (7.3). Par conséquent, le présent document ne traite pas de l'évaluation du danger de la lumière bleue des sources de petite taille par mesurage de l'éclairement énergétique. Dans tous les cas, les mesurages de la luminance énergétique sur les produits finis à 11 mrad donnent la même classification.

8 Évaluation du danger thermique pour la rétine (380 nm à 1 400 nm)

8.1 Généralités

La luminance énergétique thermique des sources de lumière et des luminaires, L_R , est exprimée en $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ et définie comme suit:

$$L_R = \sum_{380nm}^{1400nm} L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

où

L_λ est la luminance spectrale en $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$;

$R(\lambda)$ est la fonction de pondération du danger thermique pour la rétine (selon l'IEC 62471-5:2015);

$\Delta\lambda$ est l'incrément de longueur d'onde en nm.

Des informations complémentaires sont données à l'Annexe C.

8.2 Évaluation du danger thermique pour la rétine des sources de lumière

Une évaluation du danger thermique pour la rétine ne s'applique que pour les sources de lumière dont la luminance énergétique thermique rétinienne est supérieure à $280\,000 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$. Avec la technologie actuelle, seules les lampes à arc (lampes à décharge à haute intensité au xénon ou au mercure), les sources de lumière à LED à courant élevé ou les sources de lumière à laser sont susceptibles de dépasser cette limite.

NOTE 1 La valeur de luminance énergétique thermique rétinienne L_R de $280\,000 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ est obtenue à partir de la luminance énergétique la plus restrictive pour la taille maximale de la source $\alpha = 100$ mrad de $28\,000/\alpha W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ (voir l'IEC 62471-5:2015).

Le danger thermique pour la rétine ne doit être pris en compte que pour les sources de lumière blanche dont la luminance énergétique relative au danger de la lumière bleue L_B est supérieure à $100\,000 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ (voir la définition du danger de la lumière bleue en 3.1).

Pour les sources de lumière autres que les sources de lumière blanche, le danger thermique pour la rétine doit être pris en compte lorsque la luminance énergétique dans le domaine de longueurs d'onde compris entre 380 nm et 1 400 nm est supérieure à $280\,000 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$.

NOTE 2 La luminance énergétique dans le domaine de longueurs d'onde compris entre 380 nm et 1 400 nm est exprimée en $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ et définie comme suit:

$$L_e = \sum_{380nm}^{1400nm} L_\lambda \cdot \Delta\lambda$$

où

L_λ est la luminance spectrale en $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$;

$\Delta\lambda$ est l'incrément de longueur d'onde en nm.

Les exigences d'évaluation suivantes s'appliquent:

- la luminance énergétique thermique rétinienne L_R de la source de lumière doit être évaluée selon la méthodologie décrite dans la série IEC 62471 et donnée pour une distance d'évaluation de 200 mm et un FOV de 1,7 mrad. L'ouverture de mesurage doit être plus petite que la zone d'émission de lumière;

NOTE 3 La distance de mesurage n'est pas nécessairement la même que la distance d'évaluation.

- la source de lumière doit être utilisée et évaluée dans les conditions où le flux lumineux est le plus élevé.

8.3 Évaluation du danger thermique pour la rétine des luminaires

Si L_R de la source de lumière est inférieure à $280\,000 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$, aucune évaluation de la luminance énergétique thermique rétinienne du luminaire n'est nécessaire.

Si la luminance énergétique thermique rétinienne L_R au niveau de la source de lumière dépasse $280\,000 W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$, une évaluation du luminaire selon l'IEC 62471 à une distance de 1 000 mm est nécessaire pour évaluer le luminaire. Si la luminance énergétique thermique rétinienne mesurée est inférieure aux limites d'émission applicables, aucune autre évaluation n'est nécessaire. En cas de dépassement des limites d'émission à 1 000 mm, la distance au-dessus de laquelle la luminance énergétique thermique rétinienne L_R est inférieure à la limite d'émission doit être mesurée ou calculée.

Consulter la norme de produit applicable pour déterminer la façon d'indiquer à l'utilisateur ou à l'installateur du produit d'éviter d'observer le produit à des distances plus courtes.

Si un mesurage du luminaire est exigé, il doit être réalisé avec un FOV de 11 mrad.

8.4 Évaluation du danger thermique pour la rétine – Faible stimulus visuel (780 nm à 1 400 nm)

L'évaluation du danger thermique pour la rétine avec un faible stimulus dans le domaine de longueurs d'onde compris entre 780 nm et 1 400 nm n'est pas applicable aux sources de lumière et aux luminaires qui émettent principalement un rayonnement visible.

Par conséquent, l'essai ou l'évaluation du danger thermique pour la rétine n'est pas nécessaire.

9 Évaluation du danger des infrarouges pour l'œil (780 nm à 3 000 nm)

9.1 Généralités

L'éclairement énergétique relatif au danger oculaire des infrarouges des sources de lumière et des luminaires E_{IR} est exprimé en $W \cdot m^{-2}$ et défini comme suit (ICNIRP:2013):

$$E_{IR} = \sum_{780nm}^{1000nm} 0,3 \cdot E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda + \sum_{1000nm}^{3000nm} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

où

E_{λ} est l'éclairement spectral énergétique en $W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$;

$\Delta\lambda$ est l'incrément de longueur d'onde en nm.

Des informations complémentaires sont données à l'Annexe D.

9.2 Évaluation des sources de lumière et des luminaires

Pour les sources de lumière qui émettent un rayonnement visible, il est prévu que la durée d'observation directe cumulée des sources de lumière ne soit pas supérieure à 1 000 s sur une période de 8 h. L'efficacité correspondante du danger oculaire des infrarouges du rayonnement lumineux est $K_{IR,v} = 200 W \cdot klm^{-1}$ et est obtenue à partir du niveau d'émission $E_{IR} = 100 W \cdot m^{-2}$ et de $E_v = 500 lx$ (voir 3.19).

Les sources lumineuses ne présentent pas une irradiation E_{IR} suffisante pour dépasser la limite dans l'application. Même les lampes à halogènes n'ont qu'un potentiel de $20 W \cdot klm^{-1}$ et ne dépassent pas $K_{IR,v} = 200 W \cdot klm^{-1}$. Par conséquent, l'essai ou l'évaluation du danger du rayonnement infrarouge n'est pas nécessaire.

NOTE 1 Comme $K_{IR,v}$ est le rapport entre l'éclairement et le rayonnement infrarouge, il est indépendant du nombre de sources de lumière que comporte le luminaire.

Néanmoins, les luminaires dans lesquels un rayonnement IR est intentionnellement ajouté à la lumière visible doivent être évalués. Les procédures de mesurage de l'éclairement énergétique sont données dans l'IEC 62471. La valeur de $K_{IR,v}$ doit être calculée et ne doit pas dépasser $200 W \cdot klm^{-1}$.

Les luminaires doivent être évalués tels qu'ils sont livrés et qu'ils peuvent être utilisés par l'utilisateur; si les fonctions non éclairantes ne peuvent pas être désactivées, elles sont également évaluées.

L'évaluation du rayonnement infrarouge doit être effectuée dans la direction qui présente l'éclairement énergétique infrarouge le plus élevé.

10 Évaluation du danger thermique pour la peau (380 nm à 3 000 nm)

10.1 Généralités

L'éclairement énergétique relatif au danger thermique pour la peau des sources de lumière et des luminaires E_H est exprimé en $W \cdot m^{-2}$ et défini comme suit:

$$E_H = \sum_{380 \text{ nm}}^{3000 \text{ nm}} E_\lambda(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

où

E_λ est l'éclairement spectral énergétique en $W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$;

$\Delta\lambda$ est l'incrément de longueur d'onde en nm.

Des informations complémentaires sont données à l'Annexe D.

10.2 Évaluation des sources de lumière et des luminaires

La durée d'exposition maximale est spécifiée comme étant de 10 s. La limite d'émission correspondante est $E_H = 3\,556 W \cdot m^{-2}$, ce qui est si élevé qu'une réponse thermique humaine d'aversion est attendue. Par conséquent, l'essai ou l'évaluation du danger thermique n'est pas nécessaire.

Annexe A (informative)

Informations relatives aux limites d'émission des sources de lumière et des luminaires

L'éclairage est un vaste domaine qui couvre différentes applications qui visent à rendre des objets, des scènes et des zones visibles aux personnes au moyen de la lumière. La lumière visible fait référence au rayonnement optique dans le domaine de longueurs d'onde compris entre 380 nm et 780 nm environ. La quantité de lumière perçue par l'œil humain est estimée par le flux lumineux qui est mesuré par la somme de flux énergétique pondérée par la courbe d'efficacité lumineuse spectrale normalisée $V(\lambda)$ de la Commission internationale de l'éclairage (CIE) dans le domaine des longueurs d'onde visibles.

L'œil et le cerveau humains peuvent répondre et s'adapter à différents niveaux de rayonnement optique visible. Les réponses à des niveaux d'exposition accrus comprennent la contraction de la pupille et les réponses d'aversion, qui incluent un mouvement de la tête et une fermeture des paupières. Ces réponses procurent un degré de protection contre la lumière vive. En revanche, le rayonnement ultraviolet dans le domaine compris entre 200 nm et 400 nm ne peut pas être perçu directement par les êtres humains et un effet n'est visible qu'avec un retard (par exemple, un coup de soleil). Un fort rayonnement infrarouge dans le domaine compris entre 780 nm et 3 000 nm ou une puissance de rayonnement totale élevée dans le domaine visible et infrarouge compris entre 380 nm et 3 000 nm sont indirectement perçus par les êtres humains comme une "chaleur" et entraînent un inconfort, qui exclut une exposition prolongée.

Les luminaires sont conçus pour atteindre des niveaux d'éclairement suffisamment élevés pour effectuer des tâches visuelles dans l'espace éclairé. Une observation possible du faisceau lumineux est caractérisée par différentes durées selon l'application et différenciée selon les dangers directement perceptibles ou imperceptibles. La distance de montage ainsi que l'agencement et la position des luminaires (suppression de l'éblouissement) jouent ici un rôle important, de sorte qu'une observation directe prolongée de la source de lumière puisse être évitée autant que possible, en fonction de l'application (par exemple, éclairage au plafond), et qu'il convienne que seul un coup d'œil involontaire et accidentel soit évalué pour les dangers oculaires.

En plus du rayonnement "visible", différentes technologies de source de lumière émettent souvent des composantes spectrales "invisibles" (UV, IR), qu'il convient de prendre en compte pour l'évaluation photobiologique.

Les surfaces cutanées ne sont pas protégées par une réponse d'aversion (contrairement aux yeux), ce qui signifie qu'il convient d'envisager une période d'évaluation plus longue pour le danger UV.

Les composantes non visibles ne sont pas pertinentes pour les applications d'éclairage, sont généralement produites en quantités négligeables par les produits destinés à l'éclairage et, si nécessaire, peuvent généralement être réduites à un niveau sans risque en utilisant des filtres ou des réflecteurs sur la source de lumière. La situation est différente pour la lumière visible. Une réduction de certaines composantes spectrales (par exemple, la lumière bleue) entraîne une variation de la température de couleur ou une distorsion de la perception des couleurs, ce qui est inacceptable dans la plupart des applications. La principale préoccupation réside ici en premier lieu dans le niveau de luminance ou de luminance énergétique d'une source.

En raison des propriétés d'imagerie de l'œil humain, ces limites tiennent compte de l'exposition au rayonnement locale de la rétine selon la taille de la zone éclairée. En outre, une distinction est établie entre les dommages photochimiques et thermiques. Les dommages photochimiques (par exemple, les coups de soleil, les érythèmes, la lumière bleue) sont décrits par une valeur de dose. Le niveau d'éclairement énergétique et la durée d'exposition jouent un rôle déterminant et il convient de les prendre en compte (des valeurs d'émission élevées sur une courte durée d'exposition peuvent avoir un effet quasi identique à une faible émission sur une longue durée d'exposition). Dans de tels cas, il convient de prendre en compte une exposition moyenne pondérée dans le temps.

Les dommages thermiques sont causés par une irradiation extrêmement élevée à court terme, au cours de laquelle une surchauffe locale se produit et la dissipation thermique dans les tissus ne permet pas de prévenir les dommages causés aux tissus. Ce type de dommage n'est à prévoir qu'avec des sources fortement concentrées (par exemple, des faisceaux hautement alignés qui atteignent un éclairement énergétique très élevé) ou avec des radiateurs étendus de grande taille, tels que les hauts-fourneaux, qui ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

Dans certains pays, l'évaluation du rayonnement photobiologique commence à 180 nm, conformément aux lignes directrices de l'ICNIRP. Les sources de lumière incluses dans le domaine d'application du présent document n'émettent pas de rayonnement entre 180 nm et 200 nm. Dans tous les cas, il est prévu que la contribution de 180 nm à 200 nm soit insignifiante. L'ensemble des valeurs limites d'exposition proposées par l'ICNIRP tient compte des dangers dans le domaine de l'ultraviolet compris entre 180 nm et 400 nm, des dangers pour la rétine dans le domaine compris entre 300 nm et 1 400 nm, et des dangers des infrarouges et du rayonnement total dans le domaine compris entre 380 nm et 3 000 nm. Les fonctions de pondération spectrale tiennent également compte de la sensibilité des tissus en fonction de la longueur d'onde, à savoir que le rayonnement UV à haute énergie peut causer davantage de dommages aux tissus humains avec le même éclairement énergétique que le rayonnement UV-A à une énergie inférieure.

Annexe B (informative)

Informations relatives à l'exposition aux dangers des UV (200 nm à 400 nm)

Lors de l'utilisation de sources de lumière traditionnelles à l'exception des LED, l'évaluation du danger photobiologique était principalement centrée sur la composante UV qui représentait le plus grand risque. Si nécessaire, la composante UV peut être atténuée pour réduire les risques en utilisant des filtres spéciaux (voir normes verticales correspondantes).

L'ICNIRP fournit des recommandations relatives à la limite d'exposition pour la peau et la zone externe de l'œil en ce qui concerne les dangers des UV. Ceux-ci sont appelés dangers actiniques des UV (200 nm à 400 nm), avec une exposition énergétique (dose) efficace admissible de $30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ pour une durée d'irradiation de 8 h. Il n'est pas nécessaire de prendre en compte des durées d'irradiation plus longues sur une journée (IEC 62471:2006, 4.3.1). L'évaluation spectrale est réalisée au moyen de la fonction de pondération spectrale $S_{UV}(\lambda)$ des dangers actiniques des UV (IEC 62471:2006, Tableau 4.1) dont la sensibilité s'étend sur plusieurs ordres de grandeur.

En outre, l'irradiation totale de l'œil dans le domaine de longueurs d'onde compris entre 315 nm et 400 nm est limitée à $10\,000 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ sur une durée de 30 000 s (8 h). En raison du stimulus visuel des sources de lumière et des luminaires pour les applications d'éclairage, une durée d'irradiation de la partie avant de l'œil supérieure à 1 000 s (environ 16 min) n'est pas prévue. La limite d'émission obtenue de $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ UV-A n'est pas atteinte par les sources de lumière habituellement utilisées dans les systèmes d'éclairage. Cela exigerait des niveaux d'éclairement pour l'œil de plusieurs 10 000 lx sur une période > 16 min.

NOTE L'éclairement énergétique UV-A des lampes DHI à 500 lx est inférieur à $0,5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Il s'agit du cas le plus défavorable pour les sources de lumière utilisées dans les applications d'éclairage.

Pour la plupart des sources de lumière, la valeur des UV actiniques fait déjà partie des normes de sécurité spécifiques au produit (par exemple, série IEC 60432 – lampes halogènes, IEC 62035 – lampes DHI, IEC 62031 – modules LED). Une efficacité du danger des ultraviolets du rayonnement lumineux inférieure à $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$ décrit la partie relative efficace des UV actiniques par rapport au flux lumineux d'une source de lumière. Si cette valeur est maintenue, il est assuré qu'à un éclairement moyen de 500 lx, la valeur limite de dose de $30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ est atteinte au plus tôt après 8 h. Étant donné que les réflecteurs et les lentilles de recouvrement des luminaires réduisent davantage les valeurs des UV actiniques, il n'est pas nécessaire de soumettre le luminaire à l'essai lors de l'utilisation de sources inférieures à $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$.

Il convient de prendre en compte une moyenne pondérée dans le temps de l'éclairement. La limite d'émission est calculée à partir de la limite d'exposition divisée par la durée d'exposition prévue. Pour une courte durée d'exposition, un éclairement énergétique supérieur peut donc être accepté. Les limites d'émission spécifiées dans le présent document ont été choisies de sorte qu'aucun dépassement des limites d'exposition n'est prévu.

Annexe C (informative)

Informations relatives aux dangers pour la rétine (300 nm à 1 400 nm)

Avec l'introduction de la technologie LED, dont le rayonnement émis se situe presque entièrement dans le domaine visible compris entre 380 nm et 780 nm, les dangers des UV et IR sont pratiquement négligeables. Par conséquent, le danger photobiologique se limite essentiellement aux effets photochimiques sur la rétine. La rétine humaine est plus sensible aux effets photochimiques du rayonnement optique dans le domaine spectral compris entre 400 nm et 500 nm. L'ICNIRP a établi une fonction de pondération spectrale et une valeur limite recommandée pour la protection contre les lésions photochimiques de la rétine, le "danger de la lumière bleue". Étant donné que le rayonnement optique dans le domaine de longueurs d'onde visible et infrarouge proche peut pénétrer dans l'œil et atteindre la rétine, le danger dépend de la taille de la surface lumineuse et les limites d'exposition recommandées sont donc indiquées en luminance énergétique. Cela signifie que les sources de lumière de grande surface avec le même éclairage pour l'œil représentent un danger plus faible que les sources de lumière ponctuelles de petite taille, en raison de l'image de grande surface sur la rétine. En outre, les sources avec une luminance très élevée ou une luminance énergétique comparable à celle du soleil peuvent provoquer une surchauffe locale des tissus. Cela peut entraîner une dissipation de chaleur insuffisante de la rétine. Il s'agit alors d'un danger thermique pour la rétine, pour lequel il existe également des recommandations de limitation d'exposition de l'ICNIRP.

En général, il peut être prévu que l'œil humain puisse bien supporter le rayonnement visible, car il réagit rapidement à des sources de lumière vive et éblouissante. En raison de l'anatomie de la tête (orbites, arête du nez), l'œil est bien protégé des éclairages en plongée. Le stimulus visuel fait réagir la pupille par une contraction, ce qui réduit de manière significative la tension sur la rétine. Les mouvements oculaires rapides brouillent en outre l'image rétinienne, et une réaction d'aversion active naturelle empêche une exposition prolongée à la source.

Les appareils d'éclairage sont généralement disposés de telle sorte qu'une observation directe de la source de lumière (du luminaire) ne puisse pas se produire (pour des raisons de limitation de l'éblouissement). Dans le cas d'une observation intentionnelle (éclairage de signalisation) ou non intentionnelle d'une source de lumière (ou d'un luminaire), quatre catégories de durées sont utilisées pour l'application du présent document:

- BLH-A: observation intentionnelle (longue durée) avec $t > 100$ s, avec un niveau d'émission $< 10\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$;
- BLH-B: observation non intentionnelle multiple (durée moyenne) avec $10 \text{ s} < t \leq 100$ s, avec un niveau d'émission $< 100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$;
- BLH-C: observation non intentionnelle (courte durée) avec $0,25 \text{ s} < t \leq 10$ s, avec un niveau d'émission $< 4\,000\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$;
- BLH-D: durée extrêmement courte avec $t \leq 0,25$ s, avec un niveau d'émission $\geq 4\,000\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$.

t est le temps pour atteindre la dose efficace de luminance énergétique de la lumière bleue de l'ICNIRP, $1 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$, au-dessous de laquelle aucun effet nocif n'est attendu.

Pour les applications où il peut être admis par hypothèse qu'une observation directe de la source est nécessaire (par exemple, éclairage de signalisation), la catégorie de durée "longue durée" est utilisée. Cependant, même pour l'éclairage de signalisation, l'éblouissement est généralement évité, de sorte qu'il peut ici aussi être admis par hypothèse que les valeurs limites ne sont pas dépassées.

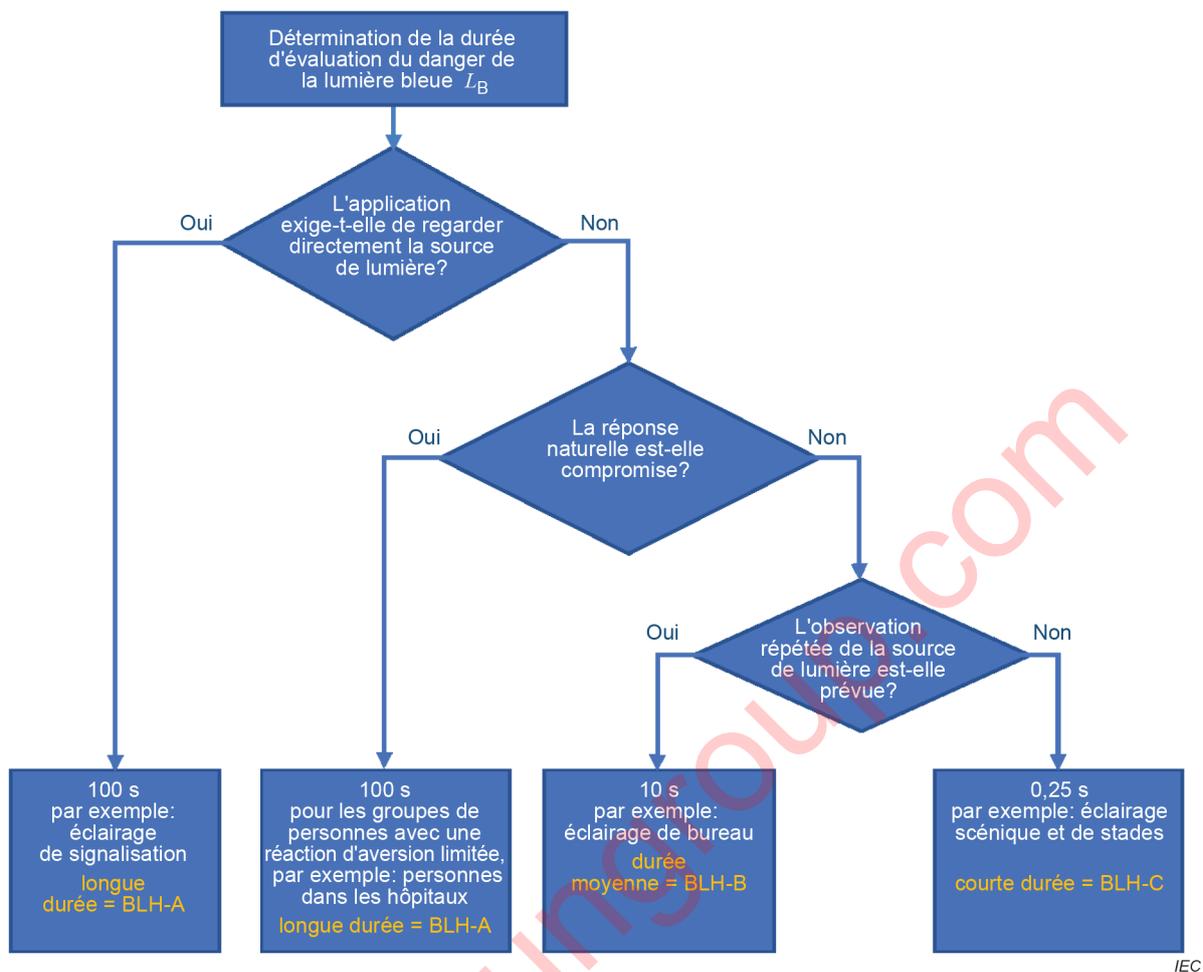
À partir de l'organigramme de la Figure C.1, les durées d'évaluation pour la sécurité photobiologique des luminaires peuvent être déterminées, selon l'application, qu'une observation directe du luminaire (de la source de lumière) soit nécessaire ou non.

En outre, l'organigramme répertorie des exemples d'applications pour lesquelles le nombre d'observations accidentelles de la source varie. Dans une situation d'éclairage de bureau avec une durée de présence moyenne d'environ 8 h, la possibilité d'exposition cumulée est plus élevée ("durée moyenne") que, par exemple, l'exposition cumulée à l'éclairage d'un stade ("courte durée").

Différentes conditions d'application (durée liée à l'observation intentionnelle ou non intentionnelle du luminaire et distances de mesurage) spécifiées dans le Tableau 2 sont appliquées et les limites d'émission des différents groupes d'applications (BLH-A, BLH-B, BLH-C et BLH-D) sont déterminées et utilisées pour l'évaluation afin d'éviter le danger de la lumière bleue.

Le danger de la lumière bleue prévaut sur les dommages thermiques pour des durées supérieures à 10 s (voir la définition du danger de la lumière bleue (BLH) en 3.1). La limite d'émission correspondante de luminance énergétique relative au danger de la lumière bleue pour une exposition de 10 s est de $100\,000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ (limite d'émission du groupe d'applications BLH-B). Cette limite est choisie comme seuil d'applicabilité du danger thermique. En raison des pertes par transmission ou réflexion dans le réflecteur et du fait que l'optique réelle ne convertit pas la luminance énergétique maximale à la taille apparente maximale de $\alpha_{\text{max}} = 100\text{ mrad}$ de la source, il est peu probable que la limite de luminance énergétique thermique rétinienne la plus restrictive de $280\,000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ soit dépassée.

Avec ces niveaux d'émission élevés de luminance énergétique relative au danger de la lumière bleue et une durée liée à l'observation intentionnelle ou non intentionnelle du luminaire inférieure à 10 s, il convient de réaliser une évaluation supplémentaire du danger thermique pour la rétine (voir Article 9).



IEC

Figure C.1 – Organigramme pour définir la durée de dose (minimale) la plus défavorable pour l'évaluation du danger de la lumière bleue L_B en fonction des conditions spécifiques à l'application des luminaires

Annexe D (informative)

Informations relatives au danger des IR (380 nm à 3 000 nm)

Les dangers des infrarouges concernent principalement l'œil (cornée – cataracte IR, rétine – lésions visuelles). Ce type de dommage est connu pour se produire lorsque l'œil est exposé à un rayonnement thermique pendant une période prolongée, comme dans le cas d'un matériau en fusion (cataracte du souffleur de verre) ou de grands fours. De tels dommages ne sont pas réputés se produire avec les sources de lumière et les luminaires, car le stimulus visuel (luminosité) de la source empêche le dépassement de la limite d'exposition pour les yeux.

Dans les applications d'éclairage fort, des niveaux d'éclairement ou d'éclairement énergétique très élevés peuvent se produire à de courtes distances (par exemple, lors de l'installation et l'entretien) et la limite d'exposition de la peau pour l'irradiation totale peut être atteinte. Cependant, à de courtes distances, la sensation naturelle de chaleur incite une personne à s'éloigner de la source de lumière pour augmenter la distance par rapport à la source de lumière, et à réduire la durée d'exposition à un degré tel que la limite d'exposition n'est pas atteinte.

www.Lisungroup.com

Annexe E (informative)

Exemple d'évaluation complète d'un luminaire de bureau à LED

E.1 Évaluation des UV

E.1.1 UV actiniques (Article 5)

Il convient que les modules à LED pour éclairage général aient une valeur $K_{S,v}$ inférieure à $2 \text{ mW} \cdot \text{klm}^{-1}$, conformément au 5.2. Par conséquent, aucun mesurage supplémentaire du luminaire n'est exigé.

E.1.2 UV-A (Article 6)

Les modules à LED pour éclairage général ne dépassent pas la valeur $K_{UV-A,v}$ de $20 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$, conformément au 6.2. Par conséquent, aucun essai relatif aux UV-A n'est nécessaire pour les sources de lumière ou les luminaires.

E.2 Évaluation du danger pour la rétine

E.2.1 Danger de la lumière bleue (Article 7)

Pour les modules à LED classés dans les groupes BLH-A ou BLH-B conformément au présent document dont la limite d'émission est inférieure à $100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$, aucun mesurage du luminaire n'est nécessaire.

Pour les modules à LED classés dans les groupes BLH-C ou BLH-D conformément au présent document dont la limite d'émission est supérieure à $100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$, un mesurage du luminaire à $1\,000 \text{ mm}$ avec 11 mrad est exigé. Il convient que le niveau d'émission mesuré soit inférieur à $100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$.

E.2.2 Danger thermique pour la rétine (Article 8)

Pour les modules à LED classés dans les groupes BLH-A ou BLH-B conformément au présent document dont la limite d'émission est inférieure à $100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$, aucun mesurage du luminaire n'est nécessaire.

Pour les modules à LED classés dans les groupes BLH-C ou BLH-D conformément au présent document dont la limite d'émission est supérieure à $100\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$, un mesurage du luminaire à $1\,000 \text{ mm}$ avec un FOV de 11 mrad est exigé conformément à l'Article 8.

E.3 Évaluation du danger du rayonnement infrarouge pour l'œil (780 nm à 3 000 nm) (Article 9)

Les modules à LED pour éclairage général ne dépassent pas la valeur $K_{\text{IR-eye,v}}$ de $200 \text{ W} \cdot \text{klm}^{-1}$, conformément au 9.2. Par conséquent, aucun mesurage relatif au danger des IR pour l'œil n'est nécessaire pour les sources de lumière et les luminaires.

E.4 Évaluation du danger thermique pour la peau (380 nm à 3 000 nm) (Article 10)

Les modules lumineux et les luminaires pour éclairage général ne dépassent pas la limite d'exposition, conformément au 10.2. Par conséquent, aucun mesurage du danger des IR pour la peau n'est nécessaire.

Bibliographie

IEC 60050-161, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) – Partie 161: Compatibilité électromagnétique*, disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>

IEC 60432-1:1999, *Lampes à incandescence – Prescriptions de sécurité – Partie 1: Lampes à filament de tungstène pour usage domestique et éclairage général similaire*
IEC 60432-1:1999/AMD1:2005
IEC 60432-1:1999/AMD2:2011

IEC 60432-2:1999, *Lampes à incandescence – Prescriptions de sécurité – Partie 2: Lampes tungstène-halogène pour usage domestique et éclairage général similaire*
IEC 60432-2:1999/AMD1:2005
IEC 60432-2:1999/AMD2:2012

IEC 60432-3:2012, *Lampes à incandescence – Prescriptions de sécurité – Partie 3: Lampes tungstène-halogène (véhicules exceptés)*

IEC 60598 (toutes les parties), *Luminaires*

IEC 60598-2-13:2006, *Luminaires – Partie 2-13: Règles particulières – Luminaires encastrés dans le sol*
IEC 60598-2-13:2006/AMD1:2011
IEC 60598-2-13:2006/AMD2:2016

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

IEC 62031:2018, *Modules à LED pour éclairage général – Spécifications de sécurité*

IEC 62035:2014, *Lampes à décharge (à l'exclusion des lampes à fluorescence) – Prescriptions de sécurité*
IEC 62035:2014/AMD1:2016

ISO 23539:2005 (CIE S010/E:2004), *Photométrie – Le système CIE de photométrie physique*

ICNIRP:2004, *ICNIRP Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation)*, Health Physics 87(2):171-186; 2004

ICNIRP:2013, *ICNIRP Guidelines on Limits of Exposure to Incoherent Visible and Infrared Radiation*, Health Physics 105(1):74-96; 2013

Règlement (UE) 2019/2020:2019 de la Commission, *établissant des exigences d'écoconception pour les sources lumineuses et les appareillages de commande séparés en application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil et abrogeant les règlements (CE) n° 244/2009, (CE) n° 245/2009 et (UE) n° 1194/2012 de la Commission (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) C/2019/2121*

Sliney, D H, Bergman R. and O'Hagan, J. (2016) *Photobiological Risk Classification of Lamps and Lamp Systems – History and Rationale*, LEUKOS, 12:4, 213-234,
DOI: 10.1080/15502724.2016.1145551

www.Lisungroup.com

www.Lisungroup.com

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

www.Lisungroup.com