

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



LED modules for general lighting – Performance requirements

Modules de LED pour éclairage général – Exigences de performance



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



LED modules for general lighting – Performance requirements

Modules de LED pour éclairage général – Exigences de performance

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.140.99

ISBN 978-2-8322-2940-8

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.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



LED modules for general lighting – Performance requirements

Modules de LED pour éclairage général – Exigences de performance

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
1.1 General.....	9
1.2 Statement	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
4 Marking	14
4.1 Mandatory marking	14
4.2 Additional marking	15
5 Dimensions.....	16
6 Test conditions	16
6.1 General test conditions	16
6.2 Creation of module families to reduce test effort	17
6.2.1 General	17
6.2.2 Variations within a family	17
6.2.3 Compliance testing of family members.....	18
7 Electrical LED module input.....	19
7.1 LED module power.....	19
7.2 Displacement factor (u.c.)	19
8 Light output	19
8.1 Luminous flux	19
8.2 Luminous intensity distribution, peak intensity and beam angle.....	19
8.2.1 General	19
8.2.2 Measurement.....	19
8.2.3 Luminous intensity distribution.....	20
8.2.4 Peak intensity value.....	20
8.2.5 Beam angle value	20
8.3 Luminous efficacy	20
9 Chromaticity coordinates, correlated colour temperature (CCT) and colour rendering.....	20
9.1 Chromaticity coordinates.....	20
9.2 Correlated colour temperature (CCT)	21
9.3 Colour rendering index (CRI)	21
10 LED module life	22
10.1 General.....	22
10.2 Lumen maintenance.....	22
10.3 Endurance tests.....	23
10.3.1 General	23
10.3.2 Temperature cycling test	24
10.3.3 Supply switching test	25
10.3.4 Accelerated operation life test	25
11 Verification	26
12 Information for luminaire design.....	26

Annex A (normative) Method of measuring LED module characteristics	27
A.1 General.....	27
A.2 Electrical characteristics	28
A.2.1 Test voltage, current or power	28
A.2.2 Ageing	28
A.3 Photometric characteristics	28
A.3.1 Test voltage, current or power	28
A.3.2 Luminous flux	28
A.3.3 Luminous intensity distribution.....	28
A.3.4 Peak intensity.....	29
A.3.5 Beam angle	29
A.3.6 Colour rendering.....	29
A.3.7 Chromaticity coordinate values	29
Annex B (informative) Information for luminaire design	30
B.1 Temperature stability	30
B.2 Binning procedure of white colour LEDs.....	30
B.3 Ingress protection	30
Annex C (informative) Explanation of recommended LED product lifetime metrics.....	31
C.1 General.....	31
C.2 Life time specification for gradual light output degradation	32
C.3 Lifetime specification for abrupt light output degradation.....	33
C.4 Combined gradual and abrupt light output degradation	33
C.5 Overview of LED lifetime metrics and related lighting product groups.....	35
C.6 Example lifetime metric values.....	36
Annex D (normative) Explanation of the photometric code	38
Annex E (normative) Measurement of displacement factor	39
E.1 General.....	39
E.2 Phase shift angle definition	39
E.3 Measurements requirements	40
E.3.1 Measurement circuit and supply source	40
E.3.2 Requirements for measurement equipment.....	40
E.3.3 Test conditions	40
Annex F (informative) Explanation of displacement factor	41
F.1 General.....	41
F.2 Recommended values for displacement factor	42
Annex G (informative) Examples of LED dies and LED packages.....	43
G.1 LED die.....	43
G.2 LED package	44
Annex H (informative) Test equipment for temperature measurement	45
H.1 General.....	45
H.2 Set-up and procedure	45
Annex I (normative) Use of IES LM-80 for lumen maintenance, colour rendering index and maintained chromaticity coordinates data	46
I.1 General.....	46
I.2 Criteria for the use of IES LM-80.....	46
I.2.1 LED package data used for LED modules	46
I.2.2 LED module with IES LM-80 data	46
I.2.3 Boundary conditions	46

I.3	Compliance criteria	47
I.3.1	Chromaticity coordinates	47
I.3.2	Colour rendering index (CRI)	47
I.3.3	Lumen maintenance factor	47
	Bibliography	48
	Figure 1 – Types of LED modules	9
	Figure 2 – Luminous flux depreciation over test time	23
	Figure C.1 – Lumen output over life of a LED-based luminaire comprised of a single LED module	31
	Figure C.2 – Life time specification for gradual light output degradation	32
	Figure C.3 – Reliability curve R_{abrupt} for abrupt light output degradation	33
	Figure C.4 – Reliability curve R_{gradual} for gradual light output degradation	34
	Figure C.5 – Combined R_{gradual} and R_{abrupt} degradation	35
	Figure C.6 – Overview of LED lifetime metrics	36
	Figure E.1 – Definition of the fundamental current phase shift angle ϕ_1 (I_1 leads U_{mains} , $\phi_1 > 0$)	39
	Figure E.2 – Definition of the fundamental current phase shift angle ϕ_1 (I_1 lags U_{mains} , $\phi_1 < 0$)	40
	Figure G.1 – Schematic drawings of LED dies	43
	Figure G.2 – Schematic drawings of LED packages	44
	Table 1 – Mandatory marking and location of marking ¹	15
	Table 2 – LED module life time information	16
	Table 3 – Optional marking and location of marking	16
	Table 4 – Allowed variations within a family	18
	Table 5 – Tolerance (categories) on rated chromaticity coordinate values	21
	Table 6 – Lumen maintenance code at an operational time as stated in 6.1	22
	Table 7 – Sample sizes	26
	Table C.1 – Example lifetime metric values for lumen maintenance factor ratings	36
	numbers in %	36
	Table C.2 – Example lifetime metric values for abrupt failure	37
	numbers in %	37
	Table C.3 – Example lifetime metric values of x for median LED lamp life (combined failures)	37
	numbers in %	37
	Table C.4 – Example lifetime metric values	37
	Table F.1 – Recommended values for displacement factor	42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LED MODULES FOR GENERAL LIGHTING – PERFORMANCE REQUIREMENTS

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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 62717 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2014-12) [documents 34A/1796/FDIS and 34A/1817/RVD] and its amendment 1 (2015-09) [documents 34A/1853/FDIS and 34A/1870/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 62717 has been prepared by subcommittee 34A: Lamps, of IEC technical committee 34: Lamps and related equipment.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC PAS 62717.

- all terms and definitions are aligned with IEC 62504 and relevant documents of CIE. For example, general terms like “rated value” are shifted to IEC 62504.
- a statement on the applicability on a population is included.
- the normative references are completed and cleaned from standards that are not in use.
- with regard to EMC, references to harmonic currents are given.
- the change, which has an effect on most parts of the standard, is the split of failure mechanisms into abrupt failures and luminous flux depreciation. Consequently, new terms and definitions, new requirements for lumen maintenance and a complete new structure and contents of Annex C are introduced.
- transition from t_{pmax} to t_{prated} is made, with the background that there is not one t_{pmax} , but a choice of $t_p(rated)$ values, in combination with lifetime.
- places where to mark (product, packaging, data sheets) are changed, and as a consequence of the split of failure mechanisms, new parameters are listed. Further, changes in the endurance test (ramping speed of temperature) are reflected in marking.
- the concept of displacement factor instead of power factor is introduced. This led to new definitions, requirements and Annexes E and F.
- the requirements on luminous efficacy are changed.
- the requirements, associated with the family concept are reviewed.
- statistics, based on confidence intervals are removed. This concerns requirements and limits for LED module power and luminous flux and deletion of Annex E.
- new requirements for lumen maintenance are introduced.
- as part of the endurance test, the maximum light decrease after accelerated operation life test is now fixed.
- with regard to the discussion on type test and sample size, the number of pieces in a test sample is drastically reduced, see Table 7.
- Annex A on measuring methods is completely restructured and reviewed, for example for ambient temperature and for shortening of stabilisation time when conducting subsequent light output measurements.
- for electrical characteristics, the ageing time may be chosen as 500 h.
- for photometric data file formats, reference is given to IEC 62722-1.
- mistakes in the photometric code (Annex D) are corrected.
- Annex G on optimised test duration is removed; instead, an INF sheet shall be published.
- from the luminaire standard, a new Annex H on “Test equipment for temperature measurement” is taken over.
- finally, the Bibliography is updated.

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

In this standard, the following print types are used:

- requirements: roman type.
- *test specifications: italic type.*
- notes: smaller roman type.

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

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

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

INTRODUCTION

The first edition of a performance standard (precursor: IEC PAS 62717) for LED modules for general lighting applications acknowledges the need for relevant tests for this new source of electrical light, sometimes called “solid state lighting”. The publication is closely related to simultaneously developed performance standard publication (which also started with a Publicly Available Specification) for luminaires in general (IEC 62722-1) and for LED-luminaires (IEC 62722-2-1). Changes in the LED module standard will have an impact on the luminaire standards and vice versa, due to the behaviour of LED. Therefore, in the development of the present standard, a close collaboration between experts of both products has taken place.

The provisions in the standard represent the technical knowledge of experts from the fields of the semiconductor (LED chip) industry and of those of the traditional electrical light sources.

Three types of LED-modules are covered: with integral controlgear, with means of control on board, but with separate controlgear (“semi-ballasted”), and with complete separate controlgear.

LED MODULES FOR GENERAL LIGHTING – PERFORMANCE REQUIREMENTS

1 Scope

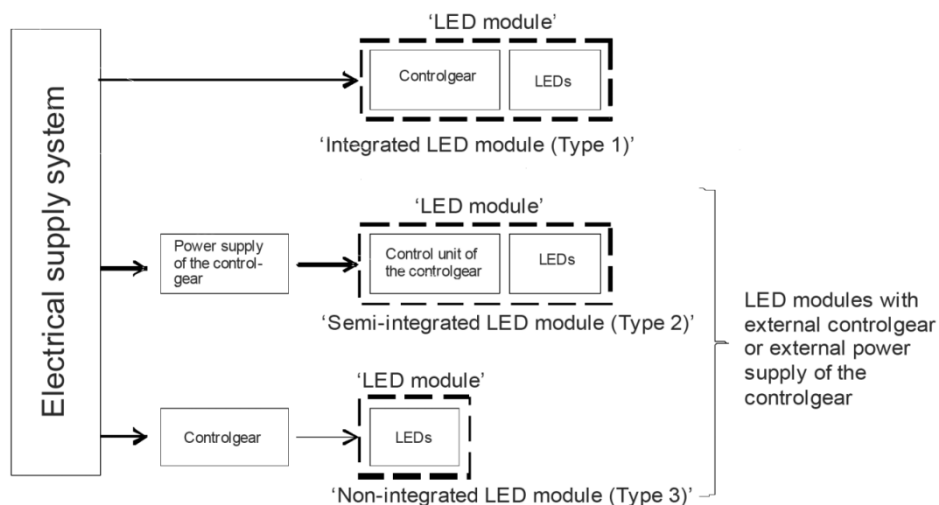
1.1 General

This International Standard specifies the performance requirements for LED modules, together with the test methods and conditions, required to show compliance with this standard. The following types of LED modules are distinguished and schematically shown in Figure 1:

Type 1: integrated LED modules for use on d.c. supplies up to 250 V or on a.c. supplies up to 1 000 V at 50 Hz or 60 Hz.

Type 2: LED modules operating with part of separate controlgear connected to the mains voltage, and having further control means inside (“semi-integrated”) for operation under constant voltage, constant current or constant power.

Type 3: LED modules where the complete controlgear is separate from the module (non-integrated) for operation under constant voltage, constant current or constant power.



IEC

The power supply of the controlgear for semi-ballasted LED modules (Type 2) is an electronic device capable of controlling currents, voltage or power within design limits.

The control unit of the controlgear for semi-ballasted LED modules (Type 2) is an electronic device to control the electrical energy to the LEDs.

A LED module with separate controlgear can be either a non-ballasted LED module or a semi-ballasted LED module.

Figure 1 – Types of LED modules

The requirements of this standard relate only to type testing.

Recommendations for whole product testing or batch testing are under consideration.

This standard covers LED modules, based on inorganic LED technology that produces white light.

Life time of LED modules is in most cases much longer than the practical test times. Consequently, verification of manufacturer's life time claims cannot be made in a sufficiently confident way, because projecting test data further in time is not standardised. For that reason the acceptance or rejection of a manufacturer's life time claim, past an operational time as stated in 6.1, is out of the scope of this standard.

Instead of life time validation this standard has opted for lumen maintenance codes at a defined finite test time. Therefore, the code number does not imply a prediction of achievable life time. The categories, represented by the code, are lumen-depreciation character categories showing behaviour in agreement with manufacturer's information which is provided before the test is started.

In order to validate a life time claim, an extrapolation of test data is needed. A general method of projecting measurement data beyond limited test time is under consideration.

The pass/fail criterion of the life time test as defined in this standard is different from the life time metrics claimed by manufacturers. For explanation of recommended life time metrics, see Annex C.

NOTE When modules are operated in a luminaire, the claimed performance data can deviate from the values established via this standard due to e.g. luminaire components that impact the performance of the LED module.

The separate electronic controlgear for LED modules as mentioned in Type 2 and Type 3 is not part of the testing against the requirements of this standard.

Protection for water and dust ingress, see B.3.

1.2 Statement

It may be expected that integrated LED modules which comply with this standard will start and operate satisfactorily at voltages between 92 % and 106 % of rated supply voltage. LED modules with separate controlgear are expected to start and operate satisfactorily in combination with the specified controlgear complying with IEC 61347-2-13 and IEC 62384. All LED modules are expected to start and operate satisfactorily when operated under the conditions specified by the LED module manufacturer and in a luminaire complying with IEC 60598-1.

The requirements for individuals apply for 95 % of the population.

2 Normative references

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

IEC 60050-845:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 845: Lighting*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-3-5:2001, *Environmental testing – Part 3-5: Supporting documentation and guidance – Confirmation of the performance of temperature chambers*

IEC 60081, *Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications*

IEC 61000-3-2:2005¹, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-2:2005/AMD 1:2008

IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC TR 61341, *Method of measurement of centre beam intensity and beam angle(s) of reflector lamps*

IEC 61347-2-13, *Lamp controlgear – Part 2-13: Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic controlgear for LED modules*

IEC 62031:2008, *LED modules for general lighting – Safety specifications*

IEC 62504, *General lighting – Light emitting diode (LED) products and related equipment – Terms and definitions*

CIE 13.3:1995, *Method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources*

CIE 121:1996, *The photometry and goniophotometry of luminaires*

CIE 177:2007, *Colour rendering of white LED light sources*

IES LM-80, *IES Approved Method: Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62504 and IEC 60050-845, as well as the following apply.

3.1

test voltage, current or power

input voltage, current or power at which tests are carried out

Note 1 to entry: Specification of test voltage, current or power is given in A.2.

3.2

luminous flux maintenance factor

lumen maintenance factor

Unit: %

ratio, expressed as a percentage x , of the luminous flux emitted by the light source at a given time in its life to its initial luminous flux emitted

Note 1 to entry: The lumen maintenance factor of a LED light source includes optical parts degradation, the effect of decrease of the luminous flux output of the LED package and failure(s) of individual LED packages if the LED light source contains more than one LED package.

¹ Third edition. This edition has been replaced in 2014 by IEC 61000-3-2:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*.

3.3

initial value

photometric and electrical characteristics at the end of the ageing period and stabilisation time

[SOURCE: IEC 62612:2013, 3.4, modified — The word 'colorimetric' and the note to entry have been deleted]

3.4

maintained value

photometric and electrical characteristic at an operational time under standard test conditions, including stabilisation time

Note 1 to entry: The test conditions are given in this standard.

3.5

parametric failure

luminous flux

failure of an operating LED module to produce luminous flux higher than or equal to the luminous flux relating to the lumen maintenance factor x

Note 1 to entry: For the purpose of this standard, the LED product is a LED module.

Note 2 to entry: For illustration of gradual failure mode, causing a parametric failure, see Figure C.1.

3.6

abrupt failure

failure of a LED product to operate or to produce luminous flux

Note 1 to entry: For the purpose of this standard, the LED product is a LED module.

Note 2 to entry: The term "complete failure" is commonly used for the same purpose.

Note 3 to entry: For illustration of abrupt failure mode, see Figure C.1.

3.7

median useful life (of LED modules)

life (of LED modules)

L_x

length of time during which 50% (B_{50}) of a population of operating LED modules of the same type have parametrically failed to provide at least percentage x of the initial luminous flux

Note 1 to entry: The median useful life includes operating LED modules only.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-07-61, modified – new definition]

3.8

abrupt failure probability

$F(t)$

probability of an LED module, taken from a population of LED modules of the same type, to fail to operate after a given time, t

Note 1 to entry: $LSF(t) = 1 - F(t)$, LSF is Lamp Survival Factor, [CIE 097 modified].

3.9

abrupt failure value

AFV

percentile of LED modules failing to operate at median useful life, L_x

Note 1 to entry: $AFV = F(L_x) \times 100 \%$; $LSF(L_x) = 1 - F(L_x)$

Note 2 to entry: Example: Given $L_x = 20\,000$ h and $AFV = F(20\,000\text{ h}) \times 100\% = 7\%$ results in $LSF(20\,000\text{ h}) = 1 - 0,07 = 0,93$.

3.10

time to abrupt failure

C_y

length of time during which $y\%$ of a population of initially operating LED modules of the same type fail to produce any luminous flux

Note 1 to entry: The time to abrupt failure includes inoperative LED modules only.

Note 2 to entry: $C_{AFV} = L_x$.

3.11

combined failure value

CFV

percentile of LED modules failing by either parametric or abrupt failure modes at median useful life, L_x

Note 1 to entry: $CFV = 50 + 0,5 \times AFV$

Note 2 to entry: Example: Given $AFV = 15\%$ results in $CFV = 50 + 0,5 \times 15 = 57,5\%$

3.12

combined life (of LED lamps)

$M_x F_y$

length of time during which $y\%$ (F_y) of a population of initially operating LED lamps of the same type failed by either parametric or abrupt failure modes

Note 1 to entry: The combined life (of LED lamps) includes operating and non-operating LED lamps.

3.13

median combined life (of LED lamps)

M_x

length of time during which 50 % (F_{50}) of a population of initially operating LED lamps of the same type have failed by either parametric or abrupt failure modes

Note 1 to entry: The median combined life (of LED lamps) includes operating and non-operating LED lamps.

3.14

photometric code²

colour designation of a LED module giving white light is defined by the Correlated Colour Temperature and the general colour rendering index

Note 1 to entry: The definition of photometric code is given in IEC 62504 as light colour designation.

3.15

t_p -point

the designated location of the point where to measure the performance temperatures t_p and $t_{p\text{ rated}}$ at the surface of the LED module

3.16

t_p temperature

temperature at the t_p -point, related to the performance of the LED module

Note 1 to entry: $t_p \leq t_c$. This is only the case if the location of t_p and t_c is the same. For t_c , see 3.10 of IEC 62031:2008.

Note 2 to entry: For a given life time, the t_p temperature is a fixed value, not a variable.

² Under consideration.

Note 3 to entry: There can be more than one t_p , depending on the lifetime claim.

3.17

recommended maximum LED module operating temperature value

$t_{p \text{ rated}}$

maximum operating temperature to which the rated performance characteristics are declared by the manufacturer or responsible vendor

Note 1 to entry: $t_{p \text{ rated}} \leq t_c$. This is only the case if the location of $t_{p \text{ rated}}$ and t_c is the same. For t_c , see 3.10 of IEC 62031:2008.

3.18

LED die

block of semi-conducting material on which a given functional circuit is fabricated

Note 1 to entry: For a schematic built-up of a LED die, see Figure G.1.

3.19

displacement factor

expressed by $\cos \varphi_1$, where φ_1 is the phase angle between the fundamental of the mains supply voltage and the fundamental of the mains current

3.20

scaleable LED module

LED module which is designed according to a certain design rule and can be expressed by the characteristics proportional to a specific geometrical dimension

Note 1 to entry: e.g. a linear LED module which is designed so that the consumed power per unit length is a constant value. In case of 10 W consumed power, the total luminous flux is 500 lm per 50 cm LED module length. In case of 20 W consumed power, the total luminous flux is 1 000 lm per 100 cm LED module length. LED modules are considered scaleable, if arranged on one reel or similar bigger unit.

3.21

family

group of LED modules that having the same characteristics and method of control (integrated, semi-integrated, non integrated), the groups are distinguished by common features of materials, components, and/or method of processing

4 Marking

4.1 Mandatory marking

Information on the parameters shown in Table 1 shall be provided by the manufacturer or responsible vendor and be located as described.

The information shall be related to the maximum performance operating temperature $t_{p \text{ rated}}$, except for the t_p -point (item j), the dimensions (item n) and the availability of a heat sink (item o).

This information is in addition to the mandatory marking required by IEC 62031.

For scaleable modules, refer to 6.1 and mark the reference dimensions in the leaflet.

Table 1 – Mandatory marking and location of marking ¹

Parameters	LED module	Packaging	LED module datasheets, leaflets or website
a) Rated luminous flux (lm)	–	x ⁵	x
b) Photometric code (See Annex D) ⁴	–	x ⁵	x
c) Rated median useful life (h) and the associated rated lumen maintenance factor (x)	–	-	x
d) Rated abrupt failure value (%)	–	-	x
e) Lumen maintenance code (see Table 6)	–	–	x
f) Categories of rated chromaticity coordinate values both initial and maintained (see Table 5)	–	–	x
g) Correlated colour temperature (K)	–	–	x
h) Rated colour rendering index	-	–	x
i) $t_{p \text{ rated}}$ ³ of LED module (°C)	x ²	–	x
j) t_p -point	x ³	–	x ³
k) Ageing time (h), if different from 0 h	–	–	x
l) Ambient temperature range	–	–	x
m) Rated efficacy (lm/W)	–	–	x
n) Dimensions, including dimensional tolerances	–	–	x
o) Availability of a heat sink	–	–	x
s) Displacement factor	-	-	x
t) Temperature ramping			
1 K/min or	-	-	x
10 K/min	-	-	x
¹ Regional requirements may apply and overrule. ² If the space on the LED module is not large enough, marking on the packaging only is sufficient. ³ In case t_p -point and t_c point are at the same position, then the t_p -point is not marked separately on the LED module, but given in the product datasheet. The marking of t_p -point can optionally be on the product or on the product datasheets/leaflets/websites. ⁴ Under consideration. ⁵ Marking according to a) and b) of Table 1 is not required on the packaging where the product is not delivered in an end-consumer packaging. (x = required, – = not required)			

4.2 Additional marking

For built-in and integral LED modules with or without heat management means, the relations between at least 3 temperatures at the t_p -point including the recommended $t_{p \text{ rated}}$ according to Table 1 and each estimated life time may be provided by the manufacturer or responsible vendor. See Table 2 as an example.

For independent LED modules, the relations between at least 3 ambient temperatures including 25 °C and each estimated life time may be provided by the manufacturer or responsible vendor. See Table 2 as an example.

Table 2 – LED module life time information

t_p temperature (°C) measured at the t_p -point	XX ^a	XX ^a	XX ^a
Rated life time (h)	XX XXX ^a	XX XXX ^a	XX XXX ^a
^a Values to be declared by the LED module manufacturer			

Additional information from the LED module manufacturer to the tabled t_p temperatures and life time is allowed. For the chosen life time, t_p is a fixed value.

NOTE Verification is currently not covered by this standard.

In addition to 4.1, the marking as given in Table 3 may be used.

Table 3 – Optional marking and location of marking

Parameters	LED module	Packaging	LED module datasheets, leaflets or website
a) luminous intensity distribution	–	–	x
b) beam angle	–	–	x
c) peak intensity	–	–	x
(x = required, – = not required)			

5 Dimensions

All measured dimensions of a LED module in a sample shall be within the tolerances as declared by the manufacturer or responsible vendor.

Compliance is checked with suitable means of measurement.

6 Test conditions

6.1 General test conditions

The LED modules for which compliance with this standard is claimed shall comply with the requirements of the safety standard IEC 62031.

For compliance with EMC requirements except harmonics, reference is made to regional requirements. For relevant standards see Bibliography.

It should be regarded that only those types of LED modules are subject to EMC requirements which

- in case of harmonic current are directly connected to the mains and have active elements on board;
- in case of radiated or conducted disturbances are directly connected to the mains (Type 1) or to a battery;
- in case of immunity are directly connected to the mains (Type 1) or to a battery.

Testing duration is 25 % of rated life time up to a maximum of 6 000 h.

Alternatively, test data from IES LM-80 shall be used for the derivation of maintained values at 25 % of rated life, maximum 6 000 h, together with related compliance criteria, as specified in Annex I.

NOTE Additional LED modules within the same family (see 3.21) can be subjected to decreased testing duration. Table 4 gives details regarding family identification while Table 7 gives details on sample sizes for family testing.

Test conditions for testing electrical and photometric characteristics, lumen maintenance and life are given in Annex A.

All tests are conducted on n LED modules of the same type. The number n shall be a minimum of products as given in Table 7. LED modules used in the endurance tests shall not be used in other tests.

In case of Type 2 and Type 3 LED modules, testing requires operation with an separate reference power supply and separate reference controlgear, respectively. Specification of the reference power supply and reference controlgear shall be made by the LED module manufacturer or responsible vendor.

LED modules with dimming control shall be adjusted to maximum light output for all tests.

LED modules with adjustable colour point shall be adjusted/set to one fixed value as indicated by the manufacturer or responsible vendor.

LED modules which are scaleable, e.g. LED modules of linear geometry, but of very long length, shall be tested at a length of 50 cm or, if not scaleable there, at the nearest value to 50 cm. The LED module manufacturer shall indicate which controlgear is suitable for this length.

6.2 Creation of module families to reduce test effort

6.2.1 General

The introduction of a family aims to guide LED module manufacturers in platform designs to allow thereby the possibility to use data of the existing baseline product that has already been tested at an operational time as stated in 6.1. The baseline product is considered to be the first LED module complying with this standard and designated to be part of the family.

6.2.2 Variations within a family

Each family of LED modules requires a case-by-case consideration. The range of LED modules should be manufactured by the same manufacturer, under the same quality assurance system. The type variations of the range (e.g. CCT) should be essentially identical with respect to materials used, components and construction applied. Type test sample(s) should be selected with the cooperation of the manufacturer and the testing station.

Requirements for the identification of a family of LED modules for type testing are given in definition 3.21 and used in Table 4.

Testing time may be reduced within family for 1 000 h³ in case variations within part characteristics are fulfilled with conditions given in Table 4. Critical components remain the same or the same technology is used and material with updated generation.

3 Value under consideration.

Table 4 – Allowed variations within a family

Part characteristics intended to be varied	Conditions for acceptance
Housing/chassis, heat sink/heat management	Temperature measurement point value of LED package (location and its value given by the LED module supplier) and other components remains at the same value or at a lower value, if the rated life time is the same or higher as the baseline product, as indicated and specified by the manufacturer or responsible vendor (see also NOTE 1).
Optics (see NOTE 2)	The test results showing the effect of optical material change shall be documented in the manufacturer's technical file.
LED package	t_p remains at the same value or at a lower value, if the rated life time is the same or higher as the baseline product, as indicated and specified by the manufacturer or responsible vendor (see also NOTE 1)
Controlgear (Applicable for Type 1 or Type 2 LED modules)	t_p remains at the same value or at a lower value, if the rated life time is the same or higher as the baseline product, as indicated and specified by the manufacturer or responsible vendor. A statistical failure shall show equal or lower failures.
NOTE 1 The value of t_p can be used as long as the correlation between the temperature measurement value of LED and t_p is defined (process under consideration). NOTE 2 Optics includes for instance secondary optics (lenses), reflectors, trims and gaskets and their interconnections. The results can relate to changes in luminous flux, luminous peak intensity, luminous intensity distribution, beam angle, shift in colour coordinates, shift in CCT (correlated colour temperature) and shift in CRI (colour rendering index).	

Any change on part tolerances are documented in the manufacturer's technical file.

6.2.3 Compliance testing of family members

The following performance characteristics of members within a family at initial and after reduced testing time shall be in line with the values provided by the responsible manufacturer or vendor of the LED module:

- chromaticity coordinates,
- colour rendering index,
- lumen maintenance code,
- results of acceleration operated life test.

Documentation of data shall be provided to the testing station in the manufacturer's technical file.

Compliance:

For all of the tested LED modules in a sample, the measured values of a LED module (the initial and maintained value) shall not move beyond the values as indicated by the manufacturer or responsible vendor. The measured values shall be of the same category or code as the provided values or better. All the LED modules in a sample shall pass the test.

7 Electrical LED module input

7.1 LED module power

For measurement conditions, see Annex A.

Compliance:

The initial power consumed by each individual LED module in the measured sample shall not exceed the rated power by more than 10 %.

The penultimate paragraph of 1.1 should be regarded.

7.2 Displacement factor (u.c.)

The displacement factor of integrated LED modules (Type 1) shall be measured according to Annex E. LED modules with dimming control shall be adjusted to maximum light output.

Displacement factor measurement of semi- and non-integrated LED modules (Type 2 and Type 3) is not applicable.

NOTE 1 See Annex F for explanation and relation of displacement factor, distortion factor and power factor.

NOTE 2 The distortion factor is covered by IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009 which deals with the limitations of harmonic currents injected into the public supply system.

Compliance:

The measured displacement factor for each individual module of the sample shall not be less than the marked value by more than 0,05.

8 Light output

8.1 Luminous flux

Luminous flux is measured according to Annex A.

Compliance:

The initial luminous flux of each individual LED module in the measured sample shall not be less than the rated luminous flux by more than 10 %.

8.2 Luminous intensity distribution, peak intensity and beam angle

8.2.1 General

The requirements of 8.2.4 and 8.2.5 shall be applied to LED modules having a directional (spot) distribution.

NOTE Luminous intensity distribution of a LED module can be specific for an application.

8.2.2 Measurement

The intensity of light emitted from the LED module in different directions is measured using a goniophotometer. All photometric data shall be declared for the LED module operating at its temperature $t_{p \text{ rated}}$ per Clause A.1.

The allowed photometric variations detailed should take account of manufacturing tolerances.

8.2.3 Luminous intensity distribution

The distribution of luminous intensity shall be in accordance with that declared by the manufacturer. The measurement is conducted according to A.3.3.

Compliance is under consideration.

8.2.4 Peak intensity value⁴

Where a peak intensity value is provided by the manufacturer or responsible vendor, the initial peak intensity of each individual LED module in the measured sample shall not be less than 75 % of the rated intensity.

Compliance is checked according to Annex A.

8.2.5 Beam angle value⁵

Where a beam angle value is provided by the manufacturer or responsible vendor, the beam angle value of each individual LED module in the measured sample shall not deviate by more than 25 % of the rated value.

Compliance is checked according to Annex A.

8.3 Luminous efficacy

LED module efficacy shall be calculated from the measured initial luminous flux of the individual LED module divided by the measured initial input power of the same individual LED module. For measurement of luminous flux, see A.3.2.

Compliance:

For all tested LED modules in a sample, the LED module efficacy shall not be less than 80% of the rated LED module efficacy as declared by the manufacturer or responsible vendor.

9 Chromaticity coordinates, correlated colour temperature (CCT) and colour rendering

9.1 Chromaticity coordinates

The initial chromaticity coordinates are measured. A second measurement of maintained chromaticity coordinates is made at an operational time as stated in 6.1. The measured chromaticity coordinate values (both initial and maintained) shall fit within one of 4 categories (see Table 5), which correspond to a particular MacAdams ellipse around the rated chromaticity coordinate value, whereby the size of the ellipse (expressed in n -steps) is a measure for the tolerance or deviation in the chromaticity coordinates of an individual LED module.

Compliance:

For compliance of family members, refer to 6.2.3.

For all of the tested LED modules in a sample, the measured chromaticity coordinate values of a LED module (the initial value and maintained value) shall correspond to categories of chromaticity coordinates which shall not move beyond the chromaticity coordinate tolerance

4 Average value and confidence level are under consideration.

5 Average value and confidence level are under consideration.

category as indicated by the manufacturer or responsible vendor (see Table 1). The measured values shall correspond to the same category as the rated values or better. The sample LED modules for the chromaticity coordinate measurement shall be selected from four different batches⁶.

Table 5 – Tolerance (categories) on rated chromaticity coordinate values

Size of MacAdam ellipse, centred on the rated colour target	Colour variation category	
	Initial	Maintained
3-step	3	3
5-step	5	5
7-step	7	7
>7-step ellipse	7+	7+

The behaviour of the chromaticity coordinates of a LED module shall be expressed by stating the two measurement results of both initial chromaticity coordinates and maintained chromaticity coordinates. For an example, see Annex D.

This standard applies to LED modules for which it is in most cases possible to choose a CCT value that best fulfils the requirement of a particular application. Standardised colour target points are under consideration.

NOTE 1 The tolerance areas are based on the ellipses defined by MacAdam, published in the Journal of the Optical Society of America, 1943, as normally applied for fluorescent lamps and other discharge lamps.

NOTE 2 See Annex A for measurement method of chromaticity coordinate values for LED modules.

9.2 Correlated colour temperature (CCT)

Preferred values to ensure interchangeability are under consideration. The four-digit CCT value is divided by 100 and the resulting figure is rounded off to the next integer number, when using the photometric code in Annex D.

Compliance:

For compliance of family members, refer to 6.2.3.

For all of the tested LED modules in a sample, the measured correlated colour temperature shall not move beyond the values as declared by the manufacturer or responsible vendor.

NOTE In Japan, the requirements on colour classification and indication are specified in JIS Z 9112.

9.3 Colour rendering index (CRI)

The initial colour rendering index (CRI) of a LED module is measured. A second measurement is made at an operational time as stated in 6.1.

Compliance:

For all tested LED modules in a sample the measured CRI values shall not have decreased by more than:

- 3 points from the rated CRI value (see Table 1) for initial CRI values, and

⁶ The colour variation between the LED modules in a sample from different production runs resembles the variation within longer periods of production.

– 5 points from the rated CRI value (see Table 1) for maintained CRI values.

10 LED module life

10.1 General

Life of an individual LED module as explained in Annex C, is limited by a combined effect of gradual light output degradation, mostly caused by material degradation (see 10.2) and abrupt light output degradation, mostly caused by electrical component failure (see 10.3, endurance tests as an indication for reliability and life). Both elements are tested.

Reference is made to the definitions of 3.2 and 3.7, the latter describing the Median Useful Life and indicated fraction (B_{50}) of tested LED modules of a sample that may fail the requirements of the tests under 10.2 and 10.3.

10.2 Lumen maintenance

The rated lumen maintenance factor may vary depending on the application of the LED module. Dedicated information on the chosen percentage should be provided by the manufacturer.

NOTE 1 As the typical life of a LED module is (very) long, it is within the scope of this standard regarded impractical and time consuming to measure the actual lumen reduction over life (e.g. L_{70}). For that reason this standard relies on test results to determine the expected lumen maintenance code of any LED module.

NOTE 2 The actual lumen maintenance of LED modules can differ considerably per type and per manufacturer. It is not possible to express the lumen maintenance of all LED's in simple mathematical relations. A fast initial decrease in lumen output does not automatically imply that a particular LED will not make its rated life.

NOTE 3 Other methods providing more advanced insight in lumen depreciation over LED module life are under consideration.

This standard has opted for “lumen maintenance codes” (see Figure 2) that cover the initial decrease in lumen output until an operational time as stated in 6.1. There are three codes which define lumen maintenance in percent of the initial luminous flux (see Table 6).

Table 6 – Lumen maintenance code at an operational time as stated in 6.1

Lumen maintenance %	Code
≥ 90	9
≥ 80	8
≥ 70	7

The initial luminous flux shall be measured. The measurement is repeated at an operational time as stated in 6.1. The initial luminous flux value is normalized to 100 %; it is used as the first data point for determining LED module life. The measured luminous flux value at an operational time as stated in 6.1 shall be expressed as maintained value (= percentage of the initial value).

It is recommended to measure the lumen output values at 1 000 h intervals (expressed as a percentage of the initial value) for a total equal to an operational time as stated in 6.1.

NOTE 4 This will give an additional insight as to the reliability of the measured values, but assigning a code does not imply a prediction of achievable life time. LED modules with higher code could be better or worse than LED modules with lower code.

For marking of the lumen maintenance factor (x) and the lumen maintenance codes, see Table 1.

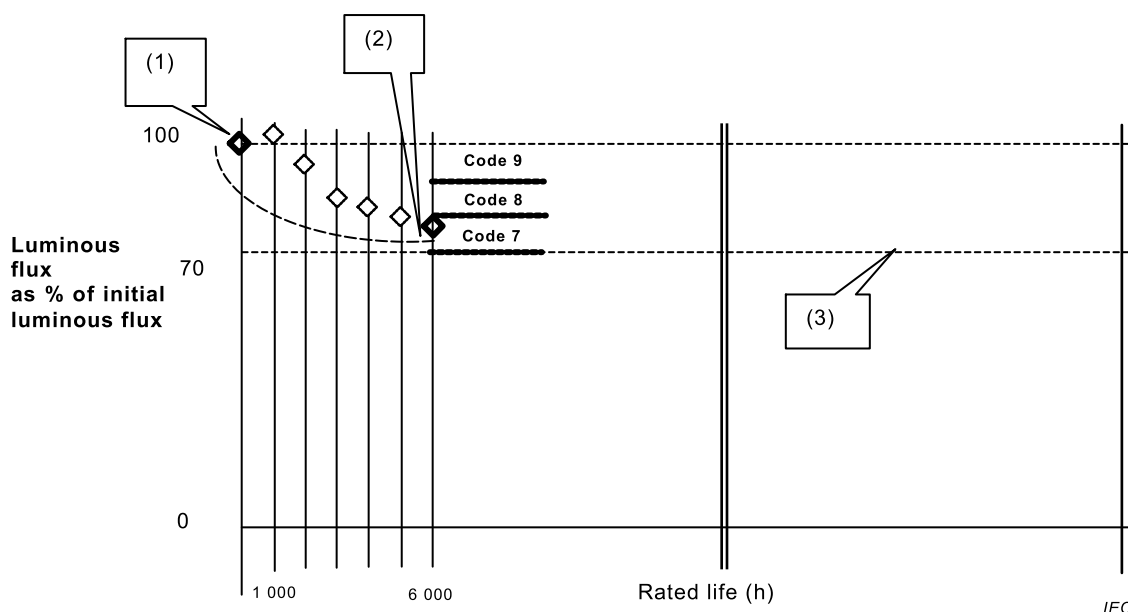
Compliance at 25 % of rated life with a maximum of 6 000 h test duration:

For compliance of family members, refer to 6.2.3.

An individual LED module is considered having passed the test when the following criteria have been met.

- 1) *The measured luminous flux value at 25 % of rated life (with a maximum duration of 6 000 h) shall not be less than the luminous flux, multiplied by the rated lumen maintenance factor (x).*
- 2) *The calculated lumen maintenance being the ratio of the measured initial and maintained luminous flux shall correspond with the “lumen maintenance code” as declared by the manufacturer or responsible vendor.*

Given a sample of n of LED modules according to Table 7 being subjected to the 25 % of rated lifetime test with a maximum of 6 000 h, it is deemed to having passed the test, if at the end of the test, at least 90 % of the LED modules have passed.



Key

- (1) Initial luminous flux
- (2) Measured luminous flux value at an operational time as stated in 6.1
- (3) Lower limit line: claimed flux decrease over rated life L_{70}

Figure 2 – Luminous flux depreciation over test time

10.3 Endurance tests

10.3.1 General

LED modules shall be subjected to the following tests specified in 10.3.2 to 10.3.4.

NOTE All tests can be carried out in parallel with different LED modules.

10.3.2 Temperature cycling test

10.3.2.1 General

The temperature cycling test shall be conducted according IEC 60068-2-14, Test Nb: Change of temperature with specified rate of change, and the following conditions. Either of the alternative tests 10.3.2.2 and 10.3.2.3 may be chosen.

10.3.2.2 Alternative test 1 with 10 K/min

10.3.2.2.1 Test set up

The LED module shall be mounted on an appropriate heat sink and operated in the test chamber according IEC 60068-3-5 and with settings for t_p as requested by this standard, at nominal current respectively at test voltage. The heat sink shall be such that after thermal stabilisation, the LED module is operating at its maximum rated t_p temperature (± 10 K) (according to Table 2) in a test chamber temperature of $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$. The test chamber temperature at which t_p is reached is the maximum ambient temperature of the temperature cycle. The minimum ambient temperature is obtained by subtracting 50 K from this temperature. These two temperatures are used for the temperature cycle.

When the manufacturer declares in his literature a temperature range with minimum and maximum temperatures, these values shall be used.

The test shall consist of 250 cycles.

10.3.2.2.2 Test procedure

- 1) From the stable condition of the LED module operating at its maximum ambient temperature (evaluated in 10.3.2.2) the LED module shall be switched off and the ambient temperature inside the test chamber shall be decreased at a rate of 10 K/min to the minimum test temperature.
- 2) The switched off LED module shall be held at the minimum ambient temperature level for 50 min. After this period the LED module shall be switched on and off at the low ambient temperature 10 times with the cycle 10 s on / 50 s off.
- 3) Switch on the module.
- 4) Increase the temperature in the test chamber at a rate of 10 K/min to the maximum ambient test chamber temperature.
- 5) The switched on LED module shall be held at the maximum ambient temperature level for 50 min. After this period the LED module shall be switched on and off at the high ambient temperature 10 times with the cycle 10 s on / 50 s off.
- 6) Repeat steps 1) to 5), 249 times.

Compliance:

At the end of the test all the LED modules shall operate and have a luminous flux which stays within the claimed lumen maintenance code for a period of at least 15 min and show no physical effects of temperature cycling such as cracks or delaminating of the label.

The temperature requirements of A.1 do not apply.

10.3.2.3 Alternative test 2 with 1 K/min

The LED module is placed in a test chamber in which the temperature is varied from $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ⁷ over a 4 h period and for a test duration of 250⁸ periods (1 000 h).

The LED module is mounted on an appropriate heat sink to reach its maximum rated t_p temperature at $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ test chamber temperature.

A 4 h period consists of 1 h holding on each extreme temperature and 1 h transfer time (1 K/min) between the temperature extremes. The LED module is switched on and off for 17 min.

Compliance is checked as follows:

At the end of the test, all the LED modules shall operate and have a luminous flux which stays within the claimed lumen maintenance code for a period of at least 15 min and show no physical effects of temperature cycling such as cracks or delaminating of the label.

NOTE 1 The switching period of 34 min is chosen to get a phase shift between temperature and switching period.

NOTE 2 The temperature requirements of A.1 do not apply.

NOTE 3 LED modules without or with integrated heatsink maybe do not reach the maximum rated t_p temperature at $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ test chamber temperature.

10.3.3 Supply switching test

At test voltage, current or power, the LED module shall be switched on and off for 30 s each. The cycling shall be repeated for a number equal to half the rated life in h (example: 10 000 cycles if rated life is 20 000 h.).

The temperature requirements of A.1 apply.

Compliance:

At the end of the test all the LED modules shall operate and have a luminous flux which stays within the claimed lumen maintenance code for a period of at least 15 min.

10.3.4 Accelerated operation life test

The LED module shall be operated continuously without switching at test voltage and at a temperature corresponding to 10 K (see last paragraph) above the maximum recommended operating temperature $t_{p\text{ rated}}$, over an operational time of 1 000 h. Any thermal protecting devices that would switch off the LED module or reduces the light output at a threshold temperature $> t_{p\text{ rated}}$, shall be bypassed.

Compliance:

For compliance of family members, refer to 6.2.3.

At the end of this period, and after cooling down to room temperature and being stabilised, all the LED modules have an allowed decrease of light output at the end of the test of max. 20 % compared to the initial value, for at least 15 min.

The temperature requirements of A.1 do not apply.

⁷ Under consideration. When the manufacturer declares in his literature a temperature range with minimum and maximum temperatures, these values should be used.

⁸ Under consideration.

An accelerated test should not evoke fault modes or failure mechanisms which are not related to normal life effects. For example, a too high temperature increase above $t_{p \text{ rated}}$ would lead to chemical or physical effects from which no conclusion on real life can be made.

LED module manufacturer or responsible vendor may declare higher temperature above $t_{p \text{ rated}}$ as indicated, but the precedent paragraph shall be respected.

NOTE This test is to check for catastrophic failures.

11 Verification

The minimum sampling size for type testing shall be as given in Table 7. The sample shall be representative of a manufacturer's production.

Table 7 – Sample sizes

1	2	3	4
Clause or subclause	Test	Minimum number of LED modules in a sample for an operational time as stated in 6.1	Minimum number of LED modules in a sample for testing a family at reduced test duration after changing product feature according to 6.2
4.1 i)	$t_{p \text{ rated}}$	Same 1 LED module for all tests	Same 1 LED module for all tests
4.1 j)	$t_{p \text{ -point}}$		
5	Dimensions including dimensional tolerances		
8.2.3	Luminous intensity distribution	Same 5 LED modules for all tests	Same 3 LED modules for all tests
8.2.4	Peak intensity value		
8.2.5	Beam angle value		
7	Power	Same 10 LED modules for all tests	Same 3 LED modules for all tests
8.1	Luminous flux		
8.3	Efficacy		
9.1	Chromaticity coordinates		
9.2	Correlated colour temperature		
9.3	Colour Rendering Index		
10.2	Lumen maintenance		
10.3.2	Temperature cycling, energised	5	3
10.3.3	Supply voltage switching	5	3
10.3.4	Accelerated operation life test	5	3

12 Information for luminaire design

For information for luminaire design, see Annex B.

Annex A (normative)

Method of measuring LED module characteristics

A.1 General

Unless otherwise specified, all measurements shall be made in a draught free room at a temperature of 25 °C with a tolerance of ± 1 °C, a relative humidity of 65 % maximum and steady state operation of the LED module.

For air movement requirements, see 4.3.2 of CIE 121:1996.

For temperature measurement, equipment as specified in the informative Annex H may be used.

Maintenance (10.2) and supply switching (10.3.3) operation shall be conducted in the temperature interval ($t_{p \text{ rated}} - 5$, $t_{p \text{ rated}}$) at a rated maximum ambient temperature specified by the manufacturer, with a tolerance of (+0 K, –5 K). In case there is no rated maximum ambient temperature, the ambient temperature range (20 °C to 25 °C) shall be used. For the supply switching test, the temperature requirement is applicable only to the ON time. The value of $t_{p \text{ rated}}$ shall not be exceeded. An appropriate heat sink or additional heating may need to be applied to obtain the correct $t_{p \text{ rated}}$ value. For testing purposes, the t_p -point shall be marked easily accessible. Even if the location is different for t_p and t_c , the value of t_c shall not be exceeded.

All test results shall be presented as if testing had been executed at the maximum recommended operating temperature ($t_{p \text{ rated}}$) of the LED module. Tests may be performed at different temperatures; for this, the relation between the two temperatures ($t_{p \text{ rated}}$ and a different t_p where this t_p shall be within the range of manufacturer's provided data) has to be established beforehand in an unambiguous manner by data provided by the LED module manufacturer. In case of doubt the reference measurement is performed at $t_{p \text{ rated}}$. Depending on the type of control circuit that the LED module manufacturer is using, the t_p measurement shall be done at the most onerous condition of operation. The value of $t_{p \text{ rated}}$ shall be reported in Clause 4.

The manufacturer shall provide, on request, information on the method used to reproduce the claimed characteristics declared at t_p -point.

The test voltage, current or power shall be stable within $\pm 0,5$ % during stabilisation periods, this tolerance being $\pm 0,2$ % at the moment of measurements. For ageing and luminous flux maintenance testing the tolerance is 2 %. The total harmonic content of the input shall not exceed 3 %. The harmonic content is defined as the r.m.s. summation of the individual harmonic components using the fundamental as 100 %. All tests shall be carried out at rated frequency. In the case of a range, measurements shall be carried out at the frequency value corresponding to the most adverse effect on the temperature of the LED module.

For stabilisation, the following steps need to be conducted.

- 1) Ascertain that the LED module has thermal management, either integrated or externally equipped.
- 2) Operate the LED module and record the light output as a time depending variable and note the typical electrical mode of operation (by voltage, current or power)
- 3) During stabilisation period, measurements of light output are made at least at 1 min intervals. The LED module under test may be regarded as stable and suitable for test

purpose, if the difference of maximum and minimum readings of light output observed over the last 15 min is less than 0,5 % .

If stabilisation conditions are not achieved within 45 min the measurement may be started and the observed fluctuations shall be reported.

- 4) In order to accelerate subsequent measurements of other LED modules of the same type a pre-stabilisation (operation of the light source prior to mounting in the test system) may be applied on basis of the stabilisation time observed in step 3 and subsequent LED modules may be measured after 15 min in the test system.

NOTE 1 Normally the observed stabilisation process is a slow decrease in light output until thermal stability. However, due to the electronics, fluctuations can still occur near thermal stability and stabilisation criteria not met.

NOTE 2 The conditions of stabilisation are subject to change due to the establishing of a relevant CIE standard.

Unless otherwise specified for a specific purpose by the manufacturer or responsible vendor, LED modules shall be operated in free air for all tests including lumen maintenance tests.

Over life tests and at measurement, in order to avoid any measurement disturbance, the test sample shall be free from pollution (dust, etc.) that can occur during the testing period.

A.2 Electrical characteristics

A.2.1 Test voltage, current or power

The test voltage, current or power shall be the rated voltage, current or power (for tolerance see A.1). In the case of a range, measurements shall be carried out at the input value corresponding to the most adverse effect on the temperature of the LED module.

A.2.2 Ageing

LED modules do not require any ageing prior to testing. However, the manufacturer may define an ageing period of up to 500 h.

A.3 Photometric characteristics

A.3.1 Test voltage, current or power

See A.2.1.

A.3.2 Luminous flux

The initial and maintained luminous flux shall be measured after stabilisation of the LED module.

NOTE 1 Method of measuring the luminous flux of LED modules is under consideration.

NOTE 2 Reference is made to document CIE 84. IES LM-79-08 as well as Annex B of JIS C 8155:2010 contain valuable information on measuring luminous flux.

If the LED module requires additional heating or heat sinking, provisions in the measurement setup should be taken to maintain the requested temperature at t_p . The manufacturer should provide, on request, information on the method used to reproduce the claimed characteristics declared at t_p .

A.3.3 Luminous intensity distribution

Luminous intensity distribution shall be measured in accordance with CIE 121 and IEC TR 61341.

Luminous intensity distribution data shall be available for all variations of the LED module and any optical attachments or accessories that the LED module has been specified for use with. Luminous intensity distribution data shall be provided for the LED module in accordance with an established international or regional format. Information about file formats can be found in IEC 62722-1, Annex A, for informative (not normative) purposes.

Information about photometric data and file formats can be found in IEC 62722-1 (in preparation), Clause 6 and Annex A, for informative (not normative) purposes.

A.3.4 Peak intensity

The peak intensity shall be measured in accordance with IEC TR 61341.

A.3.5 Beam angle

The beam angle shall be measured in accordance with IEC TR 61341.

It should be taken care that the beam angle is not determined by the half peak, but by the half centre beam intensity.

A.3.6 Colour rendering

Measurement of colour rendering index shall be made in accordance to CIE 13.3 and CIE 177.

A.3.7 Chromaticity coordinate values

Reference shall be made to IEC 60081, Annex D: Chromaticity coordinates.

Chromaticity coordinate values of LED modules may depend on the radiation angle. Spatially averaged chromaticity coordinates shall be used, unless otherwise specified by the manufacturer. This may be accomplished by sphere photometry or other declared means.

Annex B (informative)

Information for luminaire design

B.1 Temperature stability

It should be safeguarded that the LED module performance temperature t_p is not exceeded.

B.2 Binning procedure of white colour LEDs

See IEC 62707-1.

B.3 Ingress protection

In case a ‘built-in’ LED module forms part of the luminaire enclosure and is applied in an application with a certain IP classification the LED module specification shall reflect this. Final assessment will be done on the luminaire.

The LED module design with regard to IP rating should be specified between the LED module maker and the LED luminaire maker.

An “independent” classified LED module should be tested to the specified IP rating according to IEC 60598-1.

LED modules, classified as “integral” should not be separately tested.

Annex C (informative)

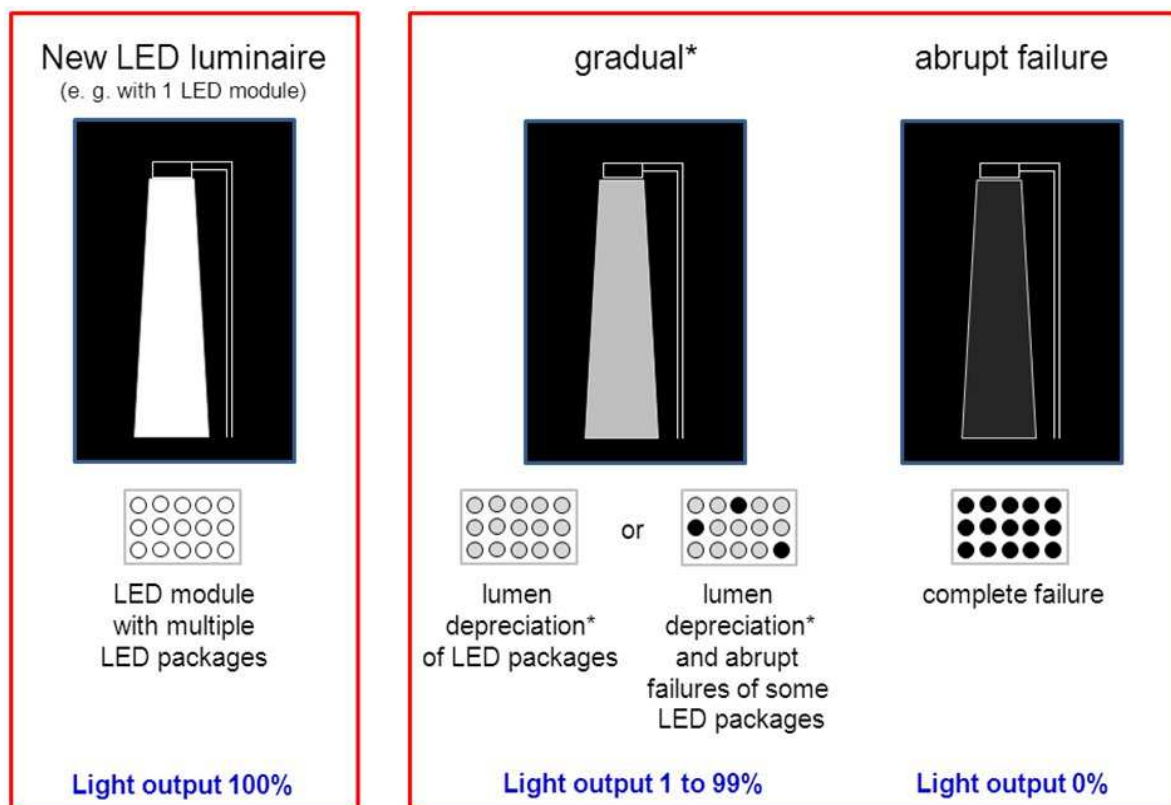
Explanation of recommended LED product lifetime metrics

C.1 General

Life of an individual LED module is the length of time during which an individual LED module provides at least percentage x of the initial luminous flux, under standard test conditions. The end of life of an individual LED module can be reached by both parametric and abrupt failures (operating and inoperative LED modules).

NOTE For better readability, the term LED product is used which has to be considered as LED based lighting product.

An abrupt failure of a LED module is a failure of the entire module and not necessarily a failure of single LED packages. A failure of single LED packages in a LED module with multiple packages usually contributes to overall gradual light output degradation of that LED module. At the time the light output of the LED module becomes less than claimed percentage x it is considered a parametric failure of the LED module. Figure C.1 gives an illustration of gradual and abrupt failure modes, causing parametric and abrupt failures, in a luminaire comprised of a single LED module.



IEC

* Overall lumen depreciation includes also optical parts degradation of the LED luminaire; gradual lumen depreciation below x percent leads to a parametric failure.

Figure C.1 – Lumen output over life of a LED-based luminaire comprised of a single LED module

Life time of LED products can be far more than what practically can be verified with testing. Furthermore the decrease in light output differs per manufacturer making general prediction methods difficult. This standard has opted for lumen maintenance codes that cover the decrease in luminous flux until an operational time as stated in 6.1. Due to this limited test time the claimed life of a LED product cannot be confirmed nor rejected. The recommended metrics for specifying LED product life is explained below and provides the background for the pass/fail criterion of the lifetime test as in 10.2.

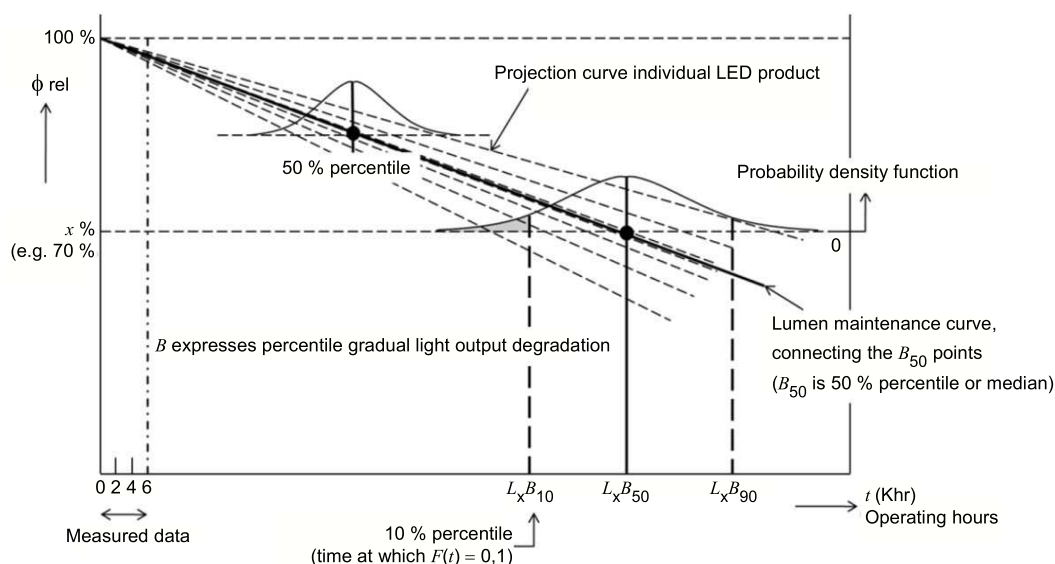
It is recommended for LED products to specify the lumen maintenance apart from the abrupt failures in a standardised way giving more insight in light output behaviour .

C.2 Life time specification for gradual light output degradation

The length of time until a percentage y of a population of operating LED modules reaches gradual light output degradation of a percentage x is called the useful life (or “ B_y life”) and expressed in general as $L_x B_y$.

Light output lower than the lumen maintenance factor x is called a parametric failure because the product produces less light but still operates. “ B_{10} ” life is the age at which 10 % of products have failed parametrically. The age at which 50 % of the LED modules parametric fail, the “ B_{50} life”, is called median useful life. The population includes operating LED modules only; non-operative modules are excluded.

Example: $L_x B_y = L_{70} B_{10}$ is understood as the length of time during which 10 % (B_{10}) of a population of operating LED modules of the same type have failed (parametrically) to maintain 70 % of their initial luminous flux.



IEC

Figure C.2 – Life time specification for gradual light output degradation

The shape of the probability density function (pdf) and the shape of the projection curve in Figure C.2 are for illustration purpose only. The probability density function can be Weibull, lognormal, exponential or normal depending on the measured data and selected projection method.

The failure function $F(t)$ or Cumulative Distribution Function ($CDF(t)$), is the failure percentile as function of time. This is mathematically expressed as follows:

$$F(t) = CDF(t) = \int_0^t pdf(t)dt$$

By definition $F(t=\infty)$ is 1 (100 %). In other words the total area below the pdf curve from time is zero to infinity is one, meaning the whole population fails eventually.

Explanation of B :

Example: Considering a lumen maintenance factor x of 70 %, 10 % of the population failed at time $L_{70}B_{10}$ indicated by the grey area in Figure C.2, mathematical expressed as follows:

$$F(L_{70}B_{10}) = CDF(L_{70}B_{10}) = \int_0^{L_{70}B_{10}} pdf_{70}(t)dt = 0,1 \rightarrow 10\%$$

The reliability function equals: $R(t) = 1 - F(t)$, expressing reliability.

C.3 Lifetime specification for abrupt light output degradation

The length of time until a percentage y of a population of LED modules reaches abrupt light output degradation of a percentage y is called the time to abrupt failure and expressed as C_y . The time to abrupt failure (or “ C life”) expresses the age at which a given percentage, y , of LED modules have failed abruptly. See Figure C.3.

Example: C_{10} is understood as the length of time during which 10 % of the population of initially operating LED modules of the same type fail to produce any luminous flux at all.

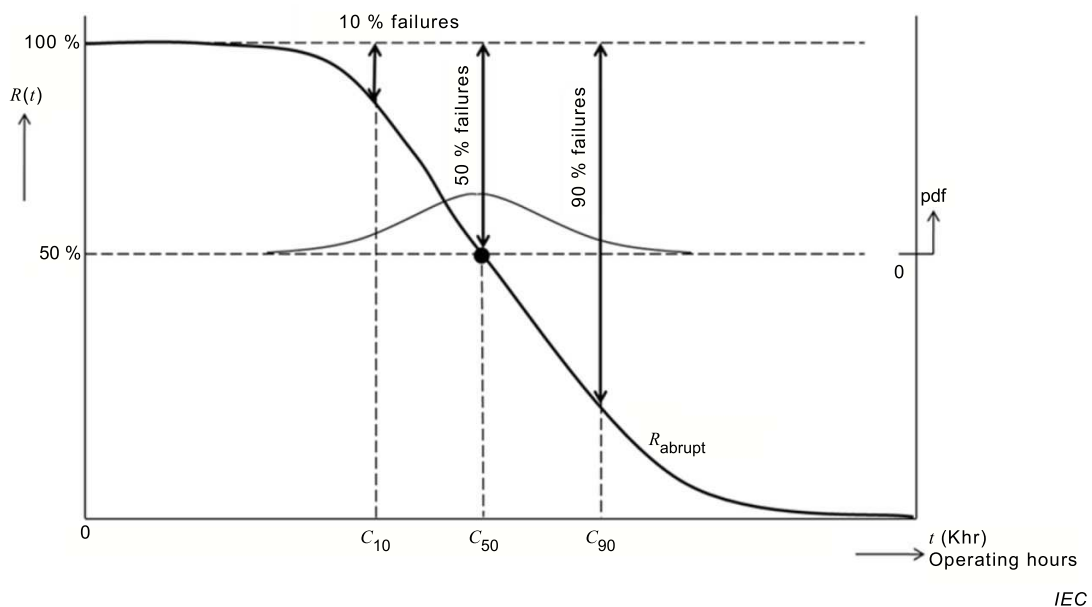


Figure C.3 – Reliability curve R_{abrupt} for abrupt light output degradation

C.4 Combined gradual and abrupt light output degradation

The length of time until a percentage y of a population of LED lamps reaches combined gradual and abrupt light output degradation, meaning the LED lamps have either

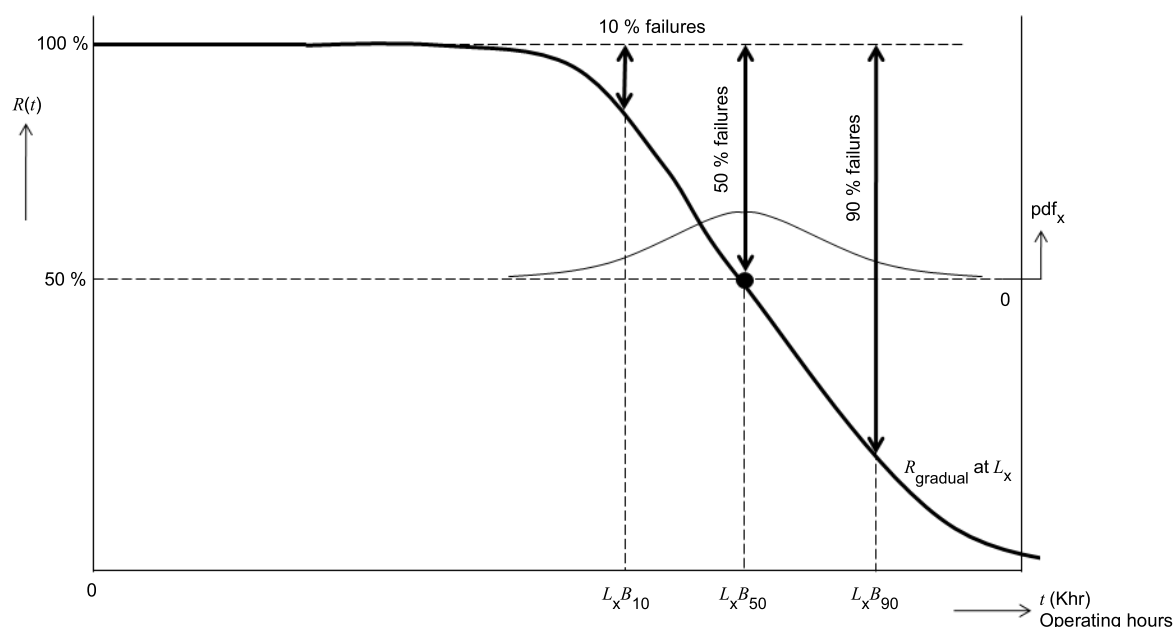
parametrically failed, no longer producing at least x % of their initial luminous flux, or abruptly failed, is called the LED Lamp Life (or “ F_y life”) and expressed as $M_x F_y$.

For example: $M_x F_y = L_{70} F_{10}$ is understood as the length of time during which 10 % (F_{10}) of a population of LED lamps of the same type have failed by either parametric or abrupt failure modes (producing less than 70% of their initial luminous flux or no luminous flux).

The “ F_{50} life”, is defined as the median LED lamp life and called M_x .

The combined gradual and abrupt light output degradation can be constructed from the above two specifications via reliability curves in three steps.

Step 1: Reliability curve for parametric failures due to gradual light output degradation (see Figure C.4).



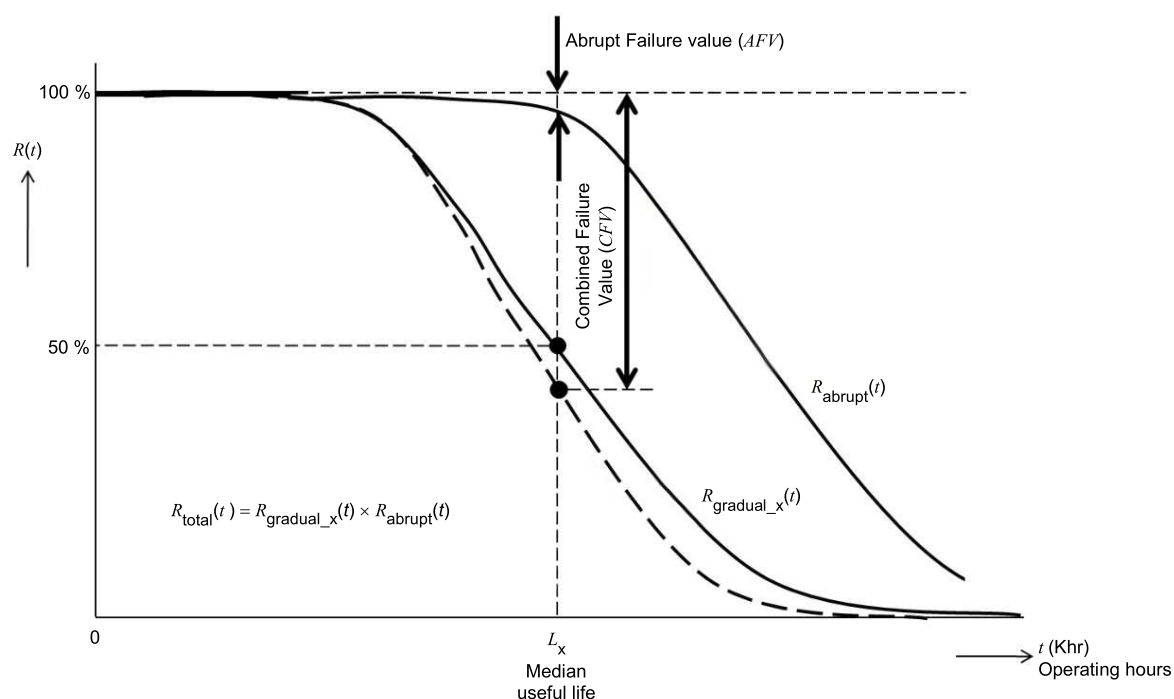
IEC

Figure C.4 – Reliability curve R_{gradual} for gradual light output degradation

Step 2: Reliability curve for abrupt light output degradation (see Figure C.3).

The reliability curve in Figure C.3 expresses also the survivals of the LED products.

Step 3: Reliability curve for combined degradation (see Figure C.5).



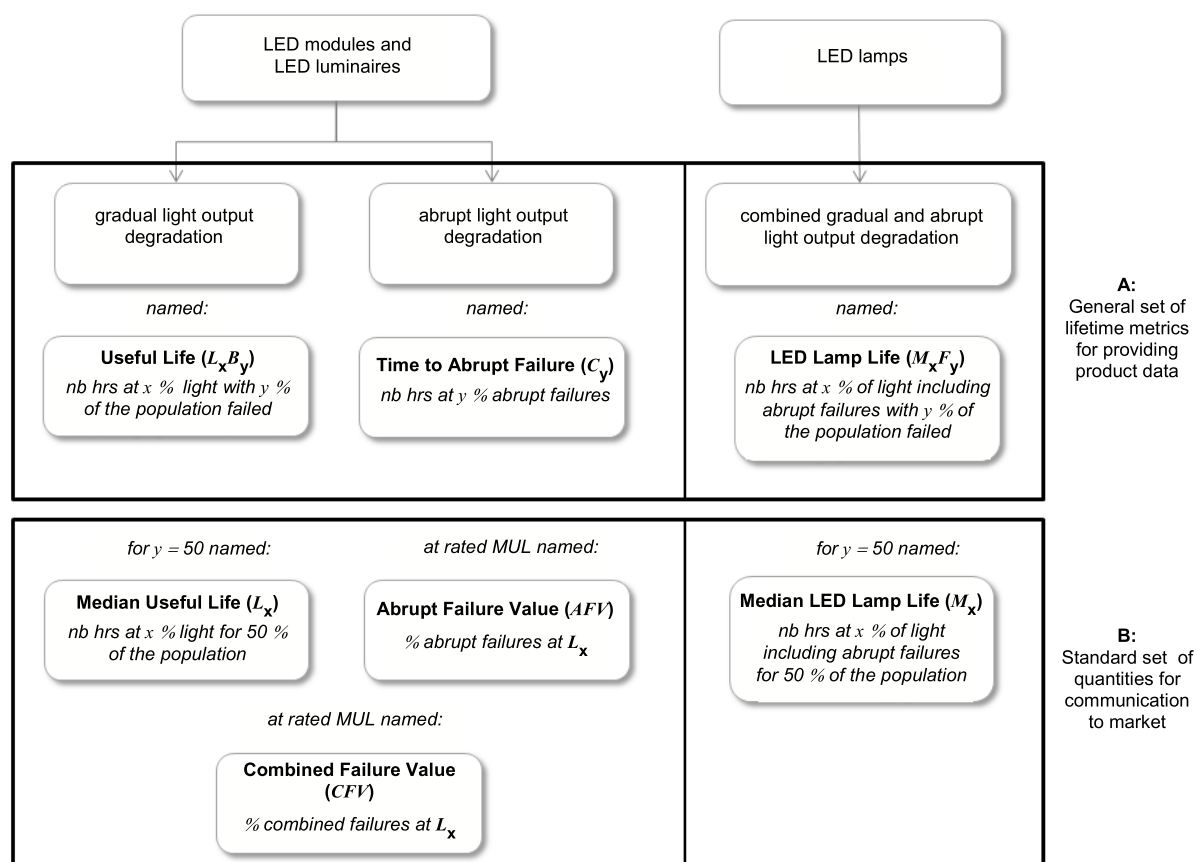
IEC

Figure C.5 – Combined $R_{gradual}$ and R_{abrupt} degradation

C.5 Overview of LED lifetime metrics and related lighting product groups

Different lifetime metrics for lighting products are used in the industry to communicate with a variety of end users. For ordinary persons using LED lamps, it is sufficient to give the median life on basis of combined failure criteria, including abrupt and parametric failures. Professionally trained customers in the lighting market may require the estimated time to failure functions, both abrupt and parametric (luminous flux maintenance), separately for their lighting products. With the values from these failure functions they can make calculations for lighting installations including maintenance cycle estimations

Figure C.6 gives an overview of the different lifetime metrics, explained in this annex and the related products. The upper frame A represents quantities from the failure functions more of interest to professionals while the lower frame B gives the simple quantities for the general communication to the market.



IEC

Figure C.6 – Overview of LED lifetime metrics

C.6 Example lifetime metric values

The introduction of the median useful life L_x (see 3.7) together with the abrupt failure value (see 3.9) and median LED lamp life (see 3.13), provides a comprehensive set of definitions for communicating lifetime related specifications for LED products.

When specifying different values, see Tables C.1, C.2 and C.3 below for example values. Individual LED packages or LED dies within a LED product are not addressed.

In many LED products the lifetime metric values are interrelated. As the lumen maintenance factor rating increases, the rated life and AFV values will generally tend to decrease (see Table C.4)

NOTE LED modules with constant lumen output are under consideration.

Table C.1 – Example lifetime metric values for lumen maintenance factor ratings

numbers in %

L_x			
x	70	80	90

Table C.2 – Example lifetime metric values for abrupt failure

numbers in %

AFV		
3	5	10

Table C.3 – Example lifetime metric values of x for median LED lamp life (combined failures)

numbers in %

M_x			
x	70	80	90

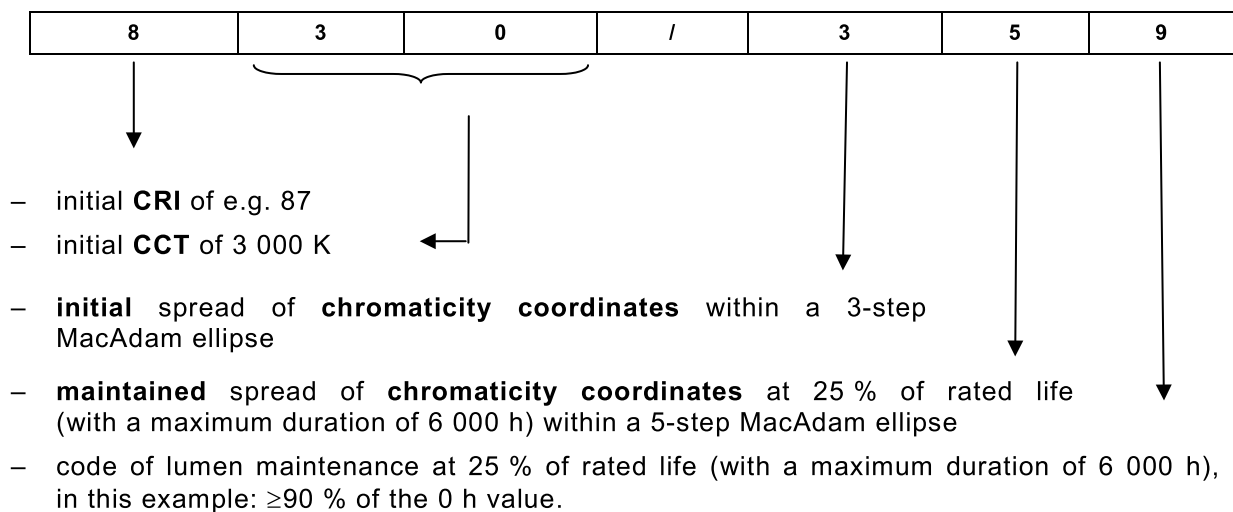
Table C.4 – Example lifetime metric values

x (%)	70	80	90
Rated life, L_x (h)	30 000	20 000	10 000
AFV (%)	3	2	1,5

Annex D (normative)

Explanation of the photometric code

Example of photometric code like 830/359, meaning:



The colour rendering value is expressed as one figure which is obtained by using the intervals:

CRI = 70 to 79 → code 7

CRI = 80 to 89 → code 8

CRI = 90 to ≥ 90 → code 9

The highest value is 9.

NOTE In Japan, the requirements on colour classification and indication is specified in JIS Z 9112.

Annex E (normative)

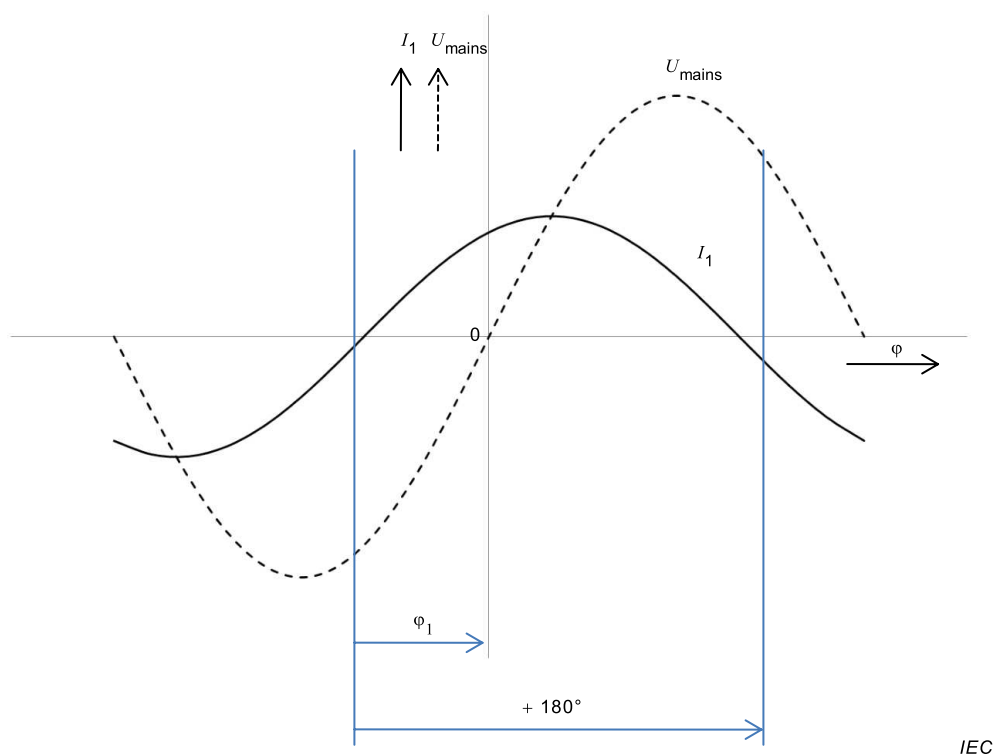
Measurement of displacement factor

E.1 General

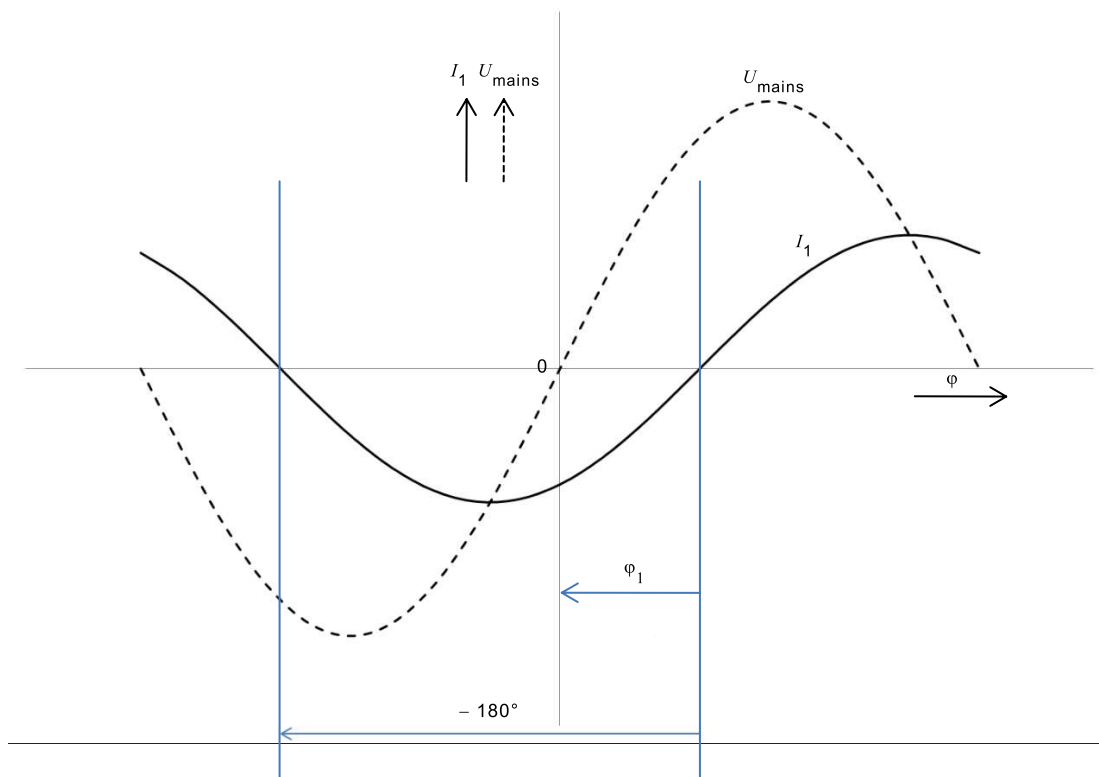
The phase shift angle (φ_1) of the displacement factor ($\cos(\varphi_1)$) of 7.2 shall be measured according to the definition of E.2 and with the measurement requirements of Clause E.3

E.2 Phase shift angle definition

The phase shift angle φ_1 between the fundamental (I_1) harmonic current and the mains voltage (U_{mains}) is determined as described in Figures E.1 and E.2:



**Figure E.1 – Definition of the fundamental current phase shift angle φ_1
(I_1 leads U_{mains} , $\varphi_1 > 0$)**



IEC

Figure E.2 – Definition of the fundamental current phase shift angle φ_1
(I_1 lags U_{mains} , $\varphi_1 < 0$)

E.3 Measurements requirements

E.3.1 Measurement circuit and supply source

The measurement circuit and the supply source are defined in Annex A of IEC 61000-3-2:2005.

E.3.2 Requirements for measurement equipment

The requirements for measurement equipment are defined in IEC 61000-4-7.

E.3.3 Test conditions

The test conditions for the measurements of the displacement / phase-angle associated with some types of equipment are given in the following clause: see C.5 of IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009.

NOTE Test conditions for LED light sources in IEC 61000-3-2:2005, C.5 are under consideration.

Annex F (informative)

Explanation of displacement factor

F.1 General

The metric power factor (λ) is a composite metric and consists of the primary metrics displacement factor ($\kappa_{\text{displacement}}$) and distortion factor ($\kappa_{\text{distortion}}$).

The relation between the composite metric λ and its primary metrics $\kappa_{\text{displacement}}$ and $\kappa_{\text{distortion}}$ is as follows:

$$\lambda = \kappa_{\text{displacement}} \cdot \kappa_{\text{distortion}}$$

with

$$\kappa_{\text{displacement}} = \cos \varphi_1$$

and

$$\kappa_{\text{distortion}} = \frac{1}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

resulting in

$$\lambda = \frac{\cos \varphi_1}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

Angle φ_1 is the phase shift angle between the fundamental of the supply voltage and the fundamental of the mains current. The total harmonic distortion (THD) is quantified by the harmonics of the mains current, according to IEC 61000-3-2. The relation between the individual harmonics of the mains current and the THD_i is in below equation:

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

where

I_n is the amplitude of the n^{th} harmonic of the mains current.

F.2 Recommended values for displacement factor

No negative effects on the power grid are to be expected from integrated LED modules (Type 1) when complying with the recommendation as in Table F.1.

Table F.1 – Recommended values for displacement factor

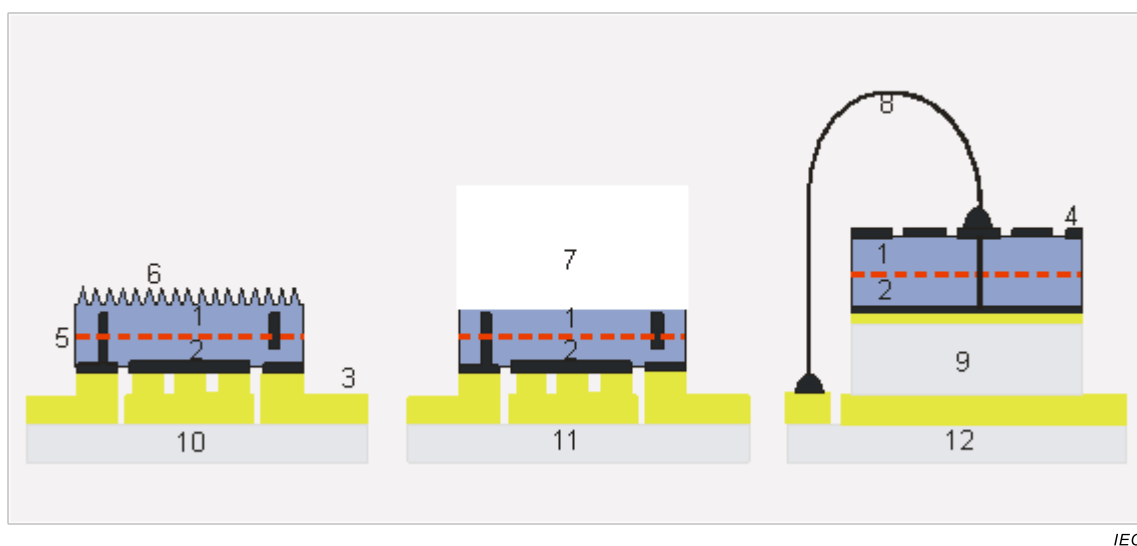
Metric	$P \leq 2 \text{ W}$	$2 \text{ W} < P \leq 5 \text{ W}$	$5 \text{ W} < P \leq 25 \text{ W}$	$P > 25 \text{ W}$
$\kappa_{\text{displacement}} (\cos\varphi_1)$	No limit	$\geq 0,4$	$\geq 0,7$	$\geq 0,9$
The values are practical examples and give guidance.				

Annex G (informative)

Examples of LED dies and LED packages

G.1 LED die

Schematic examples of LED dies are given in Figure G.1.



Key

1 n-GaN	5 MQW active region (Multi Quantum Well)	9 intermediate conducting substrate/submount
2 p-GaN	6 roughened n-GaN	10 submount/package
3 metal anode/cathode contacts	7 sapphire	11 submount/package
4 patterned n-contact	8 wire bond	12 package

a) Thin-film-flip-chip LED

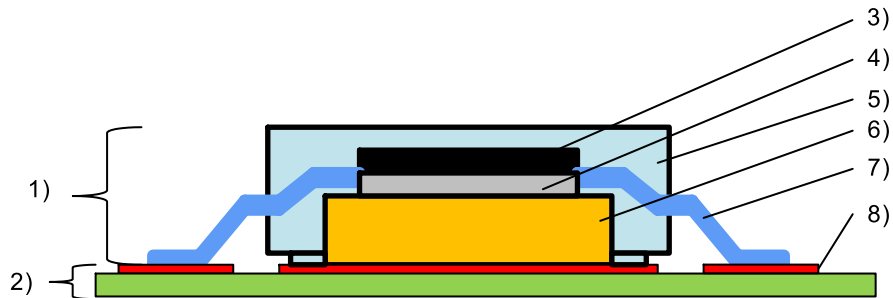
b) Flip-chip LED

c) Vertical thin-film-chip LED

Figure G.1 – Schematic drawings of LED dies

G.2 LED package

Schematic examples of LED packages are given in Figure G.2.

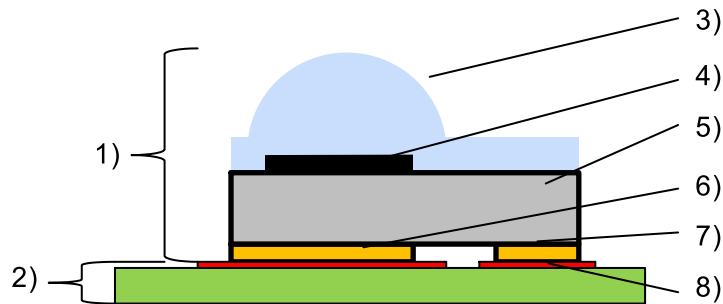


IEC

Key

- | | |
|-------------------------------|---------------------|
| 1 LED package | 5 Moulding compound |
| 2 Printed Circuit Board (PCB) | 6 Heat sink |
| 3 LED die | 7 Leads |
| 4 Die attach | 8 Copper tracks |

a) Surface mounted LED package with lead wires



IEC

Key

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1 LED package | 5 ceramic substrate |
| 2 Printed Circuit Board (PCB) | 6 thermal pad |
| 3 silicone lens | 7 electrical contact |
| 4 LED die | 8 copper tracks |

b) Surface mounted LED package without lead wires

Figure G.2 – Schematic drawings of LED packages

Annex H (informative)

Test equipment for temperature measurement

H.1 General

The following recommendations refer to methods of making temperature measurements on LED modules in a draught-proof enclosure. They are derived from IEC 60598-1, Annex K when methods of measurement have evolved as being particularly suitable for LED modules; alternative methods may be used, if it is established that they are of at least equal precision and accuracy.

H.2 Set-up and procedure

It is recommended to have a measurement set up able to achieve an uncertainty of measurement of $\pm 2,5$ °C.

Temperatures of solid materials are usually measured by means of thermocouples. The output voltage is read by a high-impedance device such as a potentiometer. With a direct-reading instrument, it is important to check that its input impedance is suited to the impedance of the thermocouple. Temperature-indicators of the chemical type are at present suitable only for rough checks of measurement.

The thermocouple wires should be of low thermal conductivity. A suitable thermocouple consists of 80/20 nickel-chromium paired with 40/60 nickel-copper (or with 40/60 nickel-aluminium). Each of the two wires (usually of strip form, or circular in section) is fine enough to pass through a 0,3 mm hole. All the end-portions of the wires liable to be exposed to radiation have a high-reflectance metal finish. The insulation of each wire is of suitable temperature and voltage rating; it is also thin but robust.

Thermocouples are attached to the measuring point with minimum disturbance of thermal conditions and with low-resistance thermal contact.

The following methods have been found useful for attaching thermocouple junctions at measuring points. Adequate adhesive solutions should be selected depending on LED module specification (especially with regard to power density at the measurement point).

- a) Soldering to a metal surface (with a minimum amount of solder) (solder under current-carrying parts should be avoided).
- b) By an adhesive (minimum amount required). The adhesive should not separate the thermocouple from the measuring point. An adhesive used with a translucent material should be as translucent as possible. A suitable adhesive for use with glass is formed of one part of sodium silicate to two parts of calcium sulphate, with water medium.

On non-metal parts, the last 20 mm of the thermocouple are attached to the surface to offset the flow of heat from the measuring point.

The average ambient temperature in the draught-proof enclosure is taken as the air temperature at a position near one of the perforated walls on a level with the centre of the LED module. The temperature is usually measured by a thermocouple soldered to a metal mass of approximately 30 g shielded against radiation by a double-walled cylinder of polished metal open at the top and bottom.

Annex I (normative)

Use of IES LM-80 for lumen maintenance, colour rendering index and maintained chromaticity coordinates data

I.1 General

According to 9.1 (chromaticity coordinates), 9.3 (CRI) and 10.2 (lumen maintenance, luminous flux), both initial and maintained values for the LED module are measured. In order to reduce the test time for obtaining maintained values (at 25 % of rated life, maximum 6 000 h), data from IES LM-80 shall be used given that the conditions in Clause I.2 and the compliance criteria in Clause I.3 are met.

If neither the LED module nor the LED package have been tested in accordance with IES LM-80, then the full testing time according to this International Standard shall be conducted.

I.2 Criteria for the use of IES LM-80

I.2.1 LED package data used for LED modules

If data from an IES LM-80 test report applied to an LED package is available, the test conditions in 6.1 are applicable for LED modules with a test duration of 1 000 h.

For compliance criteria after 1 000 h testing, see Clause I.3.

I.2.2 LED module with IES LM-80 data

If the LED module has been tested in accordance with IES LM-80 including CRI, the test duration of 6.1 may be avoided.

The data for chromaticity, CRI and the lumen maintenance at 25 % of rated life, max. 6 000 h from the IES LM-80 test report, shall be taken and used to fulfil the maintained value requirements of 9.1, 9.3 and 10.2, respectively.

I.2.3 Boundary conditions

I.2.3.1 General

The combination of the selected maximum r.m.s. input current and maximum solder temperature from the IES LM-80 report shall represent the worst case condition of the LED module.

I.2.3.2 Temperature

All performance data of this standard are related to the reference temperature $t_{p, rated}$ on the LED module. $t_{p, rated}$ is measured at the reference location t_p -point on the LED module, defined by the manufacturer.

With the LED module operating at its own $t_{p, rated}$, the LED package case temperature, T_s , as defined by IES LM-80, shall be measured. The highest measured value of T_s , inside the LED module, shall not exceed the limit temperature T_s taken from the IES LM-80 report.

In case of an LED module family according to Table 4, the T_s temperature measurement shall be performed with the LED module configuration that results in the highest T_s temperature.

I.2.3.3 LED package input current

The maximum r.m.s. input current of the LED package in the LED module shall not exceed the r.m.s. input current that was tested as a part of the IES LM-80 test.

Where IES LM-80 is used for achieving lumen maintenance and maintained chromaticity coordinates data, any controlgear control circuits for automated compensation of the light output degradation over time shall be disabled.

I.3 Compliance criteria

I.3.1 Chromaticity coordinates

LED modules evaluated according to 9.1 with a maintained test duration as specified in I.2.1 shall meet the initial Colour variation category as declared by the manufacturer or responsible vendor according to Table 5.

I.3.2 Colour rendering index (CRI)

LED modules evaluated according to 9.3 with a maintained test duration as specified in I.2.1 shall meet the CRI value as declared by the manufacturer or responsible vendor according to Table 1 decreased by no more than 3 points.

I.3.3 Lumen maintenance factor

LED modules evaluated according to 10.2 with a maintained test duration as specified in I.2.1 shall meet the lumen maintenance code as declared by the manufacturer or responsible vendor according to Table 6.

Bibliography

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

IEC 62384, *DC or AC supplied electronic controlgear for LED modules – Performance requirements*

IEC 62612:2013, *Self-ballasted LED lamps for general lighting services with supply voltages > 50 V – Performance requirements*

IEC 62707-1, *LED-binning – Part 1: General requirements and white colour grid*

IEC 62722-1⁹, *Luminaire performance – Part 1: General requirements*

IEC PAS 62722-2-1, *Luminaire performance – Part 2-1: Particular requirements for LED luminaires*

CISPR 15:2005,¹⁰ *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*

CIE 84:1989, *The Measurement of Luminous Flux*

IES LM-79-08, *Electrical and photometric measurements of solid state lighting products*

JIS C 8155:2010, *LED modules for general lighting service – Performance requirements*

JIS Z 9112:2012, *Classification of fluorescent lamps and solid state lighting products by chromaticity and colour rendering property*

Journal of the Optical Society of America, 1943

⁹ To be published.

¹⁰ Seventh edition. This edition has been replaced in 2013 by CISPR 15:2013, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	53
INTRODUCTION.....	56
1 Domaine d'application	57
1.1 Généralités	57
1.2 Énoncé	59
2 Références normatives	59
3 Termes et définitions	60
4 Marquage	64
4.1 Marquage obligatoire	64
4.2 Marquage additionnel.....	65
5 Dimensions.....	65
6 Conditions d'essai	65
6.1 Conditions générales d'essai	65
6.2 Création de familles de modules de LED pour réduire l'effort d'essai	66
6.2.1 Généralités	66
6.2.2 Variations au sein d'une famille	66
6.2.3 Essais de conformité des membres de la famille.....	67
7 Entrée électrique du module de LED.....	68
7.1 Puissance du module de LED	68
7.2 Facteur de déphasage (u.c.)	68
8 Rendement lumineux normalisé	68
8.1 Flux lumineux	68
8.2 Répartition de l'intensité lumineuse, intensité maximale et angle du faisceau.....	68
8.2.1 Généralités	68
8.2.2 Mesurage	69
8.2.3 Répartition de l'intensité lumineuse	69
8.2.4 Valeur de l'intensité maximale	69
8.2.5 Valeur de l'angle du faisceau	69
8.3 Efficacité lumineuse.....	69
9 Coordonnées trichromatiques, température de couleur proximale (CCT) et rendu des couleurs	69
9.1 Coordonnées trichromatiques	69
9.2 Température de couleur proximale (CCT)	70
9.3 Indice de rendu des couleurs (IRC).....	71
10 Durée de vie du module de LED	71
10.1 Généralités	71
10.2 Conservation du flux lumineux	71
10.3 Essais d'endurance.....	73
10.3.1 Généralités	73
10.3.2 Essai de cycles de températures	73
10.3.3 Essai de commutation d'alimentation	75
10.3.4 Essai accéléré de durée de fonctionnement.....	75
11 Vérification	76
12 Informations relatives à la conception du luminaire.....	76

Annexe A (normative) Méthode de mesure des caractéristiques des modules de LED	77
A.1 Généralités	77
A.2 Caractéristiques électriques	78
A.2.1 Tension, courant ou puissance d'essai	78
A.2.2 Vieillessement	78
A.3 Caractéristiques photométriques	78
A.3.1 Tension, courant ou puissance d'essai	78
A.3.2 Flux lumineux	78
A.3.3 Répartition de l'intensité lumineuse	79
A.3.4 Intensité maximale	79
A.3.5 Angle du faisceau	79
A.3.6 Rendu des couleurs	79
A.3.7 Valeurs des coordonnées trichromatiques	79
Annexe B (informative) Informations relatives à la conception du luminaire	80
B.1 Stabilité de la température	80
B.2 Procédure de tri ("binning") des couleurs pour les LED de couleur blanche	80
B.3 Degré de protection du module de LED	80
Annexe C (informative) Explication des méthodes de mesure recommandées de durée de vie du produit à LED	81
C.1 Généralités	81
C.2 Spécification de la durée de vie pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé	82
C.3 Spécification de la durée de vie pour la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé	84
C.4 Dégradation progressive et brusque combinée du rendement lumineux normalisé	85
C.5 Vue d'ensemble des méthodes de mesure de durée de vie des LED et des groupes de produits d'éclairage associés	86
C.6 Exemple de valeurs de mesure de durée de vie	88
Annexe D (normative) Explication du code photométrique	90
Annexe E (normative) Mesurage du facteur de déphasage	91
E.1 Généralités	91
E.2 Définition de l'angle de déphasage	91
E.3 Exigences relatives aux mesurages	92
E.3.1 Circuit de mesure et source d'alimentation	92
E.3.2 Exigences relatives aux appareils de mesure	92
E.3.3 Conditions d'essai	92
Annexe F (informative) Explication du facteur de déphasage	93
F.1 Généralités	93
F.2 Valeurs recommandées pour le facteur de déphasage	94
Annexe G (informative) Exemples de puces LED et de LED encapsulées	95
G.1 Puce LED	95
G.2 LED encapsulées	96
Annexe H (informative) Équipement d'essai pour le mesurage de la température	97
H.1 Généralités	97
H.2 Réglage et procédure	97
Annexe I (normative) Utilisation de l'IES LM-80 relative à la conservation du flux lumineux, indice de rendu des couleurs et données de coordonnées trichromatiques maintenues	98

I.1	Généralités	98
I.2	Critères relatifs à l'utilisation de l'IES LM-80	98
I.2.1	Données de LED encapsulées utilisées pour les modules de LED	98
I.2.2	Module de LED avec données de l'IES LM-80	98
I.2.3	Conditions limites	98
I.3	Critères de conformité	99
I.3.1	Coordonnées trichromatiques	99
I.3.2	Indice de rendu des couleurs (IRC)	99
I.3.3	Facteur de conservation du flux lumineux	99
	Bibliographie	100
	Figure 1 – Types de modules de LED	58
	Figure 2 – Dépréciation du flux lumineux pendant la durée d'essai	73
	Figure C.1 – Rendement lumineux au cours de la durée de vie d'un luminaire à base de LED constitué d'un module de LED unique	82
	Figure C.2 – Spécification de la durée de vie pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé	83
	Figure C.3 – Courbe de fiabilité R_{brusque} pour la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé	84
	Figure C.4 – Courbe de fiabilité $R_{\text{progressive}}$ pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé	85
	Figure C.5 – Dégradation combinée $R_{\text{progressive}}$ et R_{brusque}	86
	Figure C.6 – Vue d'ensemble des méthodes de mesure de durée de vie des LED	88
	Figure E.1 – Définition de l'angle de déphasage du courant fondamental ϕ_1 (I_1 est en avance par rapport à U_{mains} , $\phi_1 > 0$)	91
	Figure E.2 – Définition de l'angle de déphasage du courant fondamental ϕ_1 (I_1 est en retard par rapport à U_{mains} , $\phi_1 < 0$)	92
	Figure G.1 – Dessins schématiques de puces LED	95
	Figure G.2 – Dessins schématiques de LED encapsulées	96
	Tableau 1 – Marquage obligatoire et emplacement du marquage ¹	64
	Tableau 2 – Informations relatives à la durée de vie du module de LED	65
	Tableau 3 – Marquage facultatif et emplacement du marquage	65
	Tableau 4 – Variations autorisées au sein d'une famille	67
	Tableau 5 – Tolérance (catégories) sur les valeurs assignées des coordonnées trichromatiques	70
	Tableau 6 – Code de conservation du flux lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1	72
	Tableau 7 – Effectifs d'échantillon	76
	Tableau C.1 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie pour les caractéristiques assignées du facteur de maintenance du flux lumineux	88
	Tableau C.2 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie pour la défaillance brusque	88
	Tableau C.3 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie de x pour la durée de vie médiane de la lampe à LED (défaillances combinées)	89
	Tableau C.4 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie	89
	Tableau F.1 – Valeurs recommandées pour le facteur de déphasage	94

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MODULES DE LED POUR ÉCLAIRAGE GÉNÉRAL – EXIGENCES DE PERFORMANCE

AVANT-PROPOS

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

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 62717 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2014-12) [documents 34A/1796/FDIS et 34A/1817/RVD] et son amendement 1 (2015-09) [documents 34A/1853/FDIS et 34A/1870/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La norme internationale IEC 62717 a été établie par le sous-comité 34A: Lampes, du comité d'études 34 de l'IEC: Lampes et équipements associés.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC PAS 62717:

- tous les termes et définitions sont alignés avec l'IEC 62504 et les documents pertinents de la CIE. Par exemple, les termes généraux comme "valeur nominale" sont décalés par rapport à l'IEC 62504;
- une déclaration sur l'applicabilité d'une population est incluse;
- les références normatives sont complétées et nettoyées des normes qui ne sont pas en usage;
- en ce qui concerne la CEM, les références aux courants harmoniques sont données;
- le changement, qui a un effet sur la plupart des parties de la norme, est la scission du mécanisme de défaillance sur les défaillances brutales et la baisse du flux lumineux. Par conséquent, de nouveaux termes et définitions, de nouvelles exigences pour la conservation du flux lumineux, une nouvelle structure complète et le contenu de l'annexe C sont introduits;
- la transition de t_{pmax} à t_{prated} est faite, avec le fond qu'il n'y a pas un t_{pmax} , mais un choix de t_p (classé) des valeurs, en rapport avec la durée de vie;
- les endroits où marquer (produits, emballages, feuilles de données) sont modifiés, en conséquence de la scission des mécanismes de défaillance, de nouveaux paramètres sont répertoriés. En outre, les changements dans l'essai d'endurance (vitesse de montée en température) sont pris en compte dans le marquage;
- la notion de facteur de déplacement à la place du facteur de puissance est introduite. Cela a conduit à de nouvelles définitions, des exigences et les Annexes E et F;
- les exigences en matière d'efficacité lumineuse sont modifiées;
- les exigences associées à la notion de famille sont passés en revue;
- les statistiques, basées sur des intervalles de confiance sont supprimés. Cela concerne les exigences et les limites de la puissance du module LED et du flux lumineux ainsi que la suppression de l'Annexe E;
- de nouvelles exigences relatives à la conservation du flux lumineux sont introduites;
- dans le cadre de l'essai d'endurance, la diminution maximum de lumière après l'essai accéléré de durée de fonctionnement est maintenant corrigée;
- en ce qui concerne la discussion sur l'essai de type et la taille de l'échantillon, le nombre de pièces dans un échantillon de test est fortement réduite, voir Tableau 7;
- l'Annexe A sur les méthodes de mesure est complètement restructurée et révisée, par exemple pour la température ambiante, raccourcir le temps de stabilisation lors des mesures de sortie de la lumière ultérieures;
- pour les caractéristiques électriques, le temps de vieillissement peut être choisi comme 500 h;
- pour les formats de fichiers de données photométriques référence est faite à l'IEC 62722-1;
- les erreurs dans le code photométrique (Annexe D) sont corrigées;
- l'Annexe G de la durée d'essai optimisée est supprimée; à la place, un bulletin INF est publiée;

- depuis la norme du luminaire, une nouvelle Annexe H sur "l'équipement d'essai pour la mesure de la température" est prise en charge;
- enfin, la bibliographie est mise à jour.

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

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- exigences et définitions: caractères romains;
- *modalités d'essai: caractères italiques;*
- NOTES: petits caractères romains;

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

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

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

INTRODUCTION

La première édition d'une norme de performance (précurseur: IEC PAS 62717) concernant les modules de LED pour les applications d'éclairage général reconnaît le besoin d'essais appropriés pour cette nouvelle source lumineuse électrique, parfois appelée "solid state lighting" (éclairage à semi-conducteurs). La publication est étroitement liée à la publication de norme de performance (qui a aussi débuté avec une Publicly Available Specification) à la fois développée pour les luminaires en général (IEC 62722-1) et pour les luminaires à LED (IEC 62722-2-1). Les modifications apportées à la norme relative aux modules de LED ont une incidence sur les normes relatives aux luminaires et inversement, en raison du comportement de la LED. Par conséquent, la présente norme a été élaborée en étroite collaboration avec les experts des deux produits.

Les dispositions de la norme représentent la connaissance technique des experts des domaines de l'industrie des semi-conducteurs (puce LED) et de ceux des sources traditionnelles de lumière électrique.

Trois types de modules de LED sont traités: à appareillage intégral, avec des moyens de commande à bord, mais à appareillage séparé ("semi-intégré"), et à appareillage externe complet.

MODULES DE LED POUR ÉCLAIRAGE GÉNÉRAL – EXIGENCES DE PERFORMANCE

1 Domaine d'application

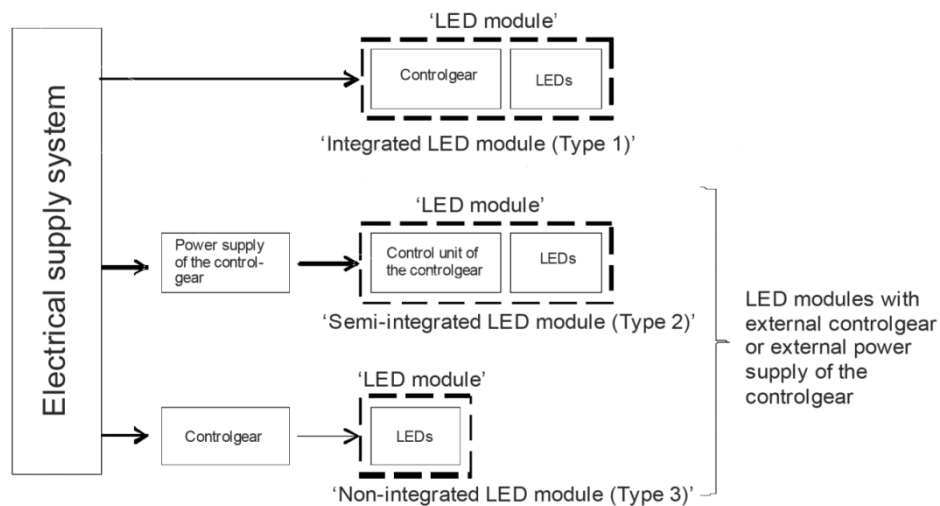
1.1 Généralités

La présente Norme Internationale spécifie les exigences de performance pour les modules de LED, ainsi que les méthodes et les conditions d'essai, nécessaires pour démontrer la conformité à la présente norme. Les types suivants de modules de LED se distinguent et sont représentés schématiquement à la Figure 1:

Type 1: Modules de LED intégrés pour utilisation sur des alimentations à courant continu jusqu'à 250 V ou à courant alternatif 50 Hz ou 60 Hz jusqu'à 1 000 V.

Type 2: Modules de LED fonctionnant avec une partie de l'appareillage externe connecté à la tension du réseau, et comportant d'autres moyens de commande internes ("semi-intégrés") pour un fonctionnement sous une tension constante, un courant constant ou une puissance constante.

Type 3: Modules de LED où l'appareillage complet est séparé du module de LED (non-intégré) pour un fonctionnement sous une tension constante, un courant constant ou une puissance constante.



IEC

Légende

Anglais	Français
Electrical supply system	Système d'alimentation électrique
LED module	Module de LED
Controlgear	Appareillage
LEDs	LED
Integrated LED module (Type 1)	Module de LED intégré (Type 1)
Power supply of the controlgear	Alimentation électrique de l'appareillage
Control unit of the controlgear	Unité de commande de l'appareillage
Semi-integrated LED module (Type 2)	Module de LED semi-intégré (Type 2)
Non-integrated LED module (Type 3)	Module de LED non intégré (Type 3)
LED modules with external controlgear or external power supply of the controlgear	Modules de LED à appareillage externe ou alimentation électrique externe de l'appareillage

L'alimentation de l'appareillage pour modules de LED semi-lestées (type 2) est un dispositif électronique capable de contrôler courant, tension ou puissance dans les limites de conception.

Le contrôleur de l'appareillage pour modules de LED semi-lestées (type 2) est un dispositif électronique de contrôle de l'énergie électrique pour les LED.

Un module LED avec appareillage externe distinct peut être soit un module LED non ballasté ou un module de LED semi-ballasté.

Figure 1 – Types de modules de LED

Les exigences de la présente Norme concernant uniquement les essais de type.

Les recommandations relatives aux essais de produits en intégralité ou aux essais par lot sont à l'étude.

La présente norme couvre les modules de LED, à base d'une technologie de LED inorganiques, qui produit une lumière blanche.

La durée de vie des modules de LED est, dans la plupart des cas, beaucoup plus longue que les durées appliquées dans les essais pratiques. Par conséquent, la vérification des déclarations de durée de vie du fabricant ne peut pas être effectuée de manière suffisamment fiable, parce que la projection des données d'essai plus loin dans le temps n'est pas normalisée. Pour cette raison, l'acceptation ou le rejet d'une déclaration de durée de vie des

fabricants, au-delà d'un temps de fonctionnement tel qu'énoncé en 6.1, est hors du domaine d'application de la présente norme.

Ainsi, au lieu de considérer la validation de la durée de vie, la présente norme tient compte des codes de conservation du flux lumineux après une durée d'essai limitée définie. Par conséquent, le numéro de code n'implique nullement une prévision de durée de vie réalisable. Les catégories, représentées par le code, sont des catégories à caractère de dépréciation du flux lumineux présentant un comportement en accord avec les informations du fabricant qui sont fournies avant le début de l'essai.

Afin de valider une déclaration de durée de vie, une extrapolation des données d'essai est nécessaire. Une méthode générale de projection des données de mesure au-delà de la durée d'essai limitée est à l'étude.

Le critère de réussite/d'échec appliqué pour l'essai de durée de vie tel que défini dans la présente norme est différent de la méthode de mesure de durée de vie déclarée par les fabricants. Pour de plus amples explications sur les méthodes de mesure recommandées de durée de vie, se référer à l'Annexe C.

NOTE Lorsque les modules de LED fonctionnent dans un luminaire, les données de performance déclarées peuvent s'écarter des valeurs établies par la présente norme en raison, par exemple, des composants des luminaires qui influent sur la performance du module de LED.

L'appareillage électronique séparé pour les modules de LED tel que mentionné dans le Type 2 et le Type 3 ne fait pas partie des essais par rapport aux exigences de la présente norme.

Pour la protection contre la pénétration de l'eau et de la poussière, se référer à B.3.

1.2 Énoncé

Il est admis que les modules de LED intégrés qui sont conformes à la présente norme démarreront et fonctionneront de manière satisfaisante à des tensions comprises entre 92 % et 106 % de la tension d'alimentation assignée. Les modules de LED à appareillage séparé sont censés démarrer et fonctionner de façon satisfaisante en combinaison avec l'appareillage spécifié conforme à l'IEC 61347-2-13 et à l'IEC 62384. Tous les modules de LED sont censés démarrer et fonctionner de façon satisfaisante lorsqu'ils sont utilisés dans les conditions spécifiées par le fabricant des modules de LED et dans un luminaire conforme à l'IEC 60598-1.

Les exigences relatives aux modules individuels s'appliquent pour 95 % de la population.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60050-845:1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 845: Éclairage*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-3-5:2001, *Essais d'environnement – Partie 3-5: Documentation d'accompagnement et guide – Confirmation des performances des chambres d'essai en température*

IEC 60081, *Lampes à fluorescence à deux culots – Prescriptions de performance*

IEC 61000-3-2:2005,¹ *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*
IEC 61000-3-2:2005/AMD 1:2008
IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009

IEC 61000-4-7, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-7: Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés*

IEC TR 61341, *Méthode de mesure de l'intensité dans l'axe du faisceau et de l'angle (ou des angles) d'ouverture des lampes à réflecteur*

IEC 61347-2-13, *Appareillages de lampes – Partie 2-13: Exigences particulières pour les appareillages électroniques alimentés en courant continu ou alternatif pour les modules de DEL*

IEC 62031:2008, *Modules de DEL pour éclairage général – Spécifications de sécurité*

IEC 62504, *Éclairage général – Produits à diode électroluminescente (LED) et équipements associés – Termes et définitions*

CIE 13.3:1995, *Method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources* (disponible en anglais seulement)

CIE 121:1996, *The photometry and goniophotometry of luminaires* (disponible en anglais seulement)

CIE 177:2007, *Colour rendering of white LED light sources* (disponible en anglais seulement).

IES LM-80, *IES Approved Method: Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources* (disponible en anglais uniquement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 62504 et l'IEC 60050-804, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

tension, courant ou puissance d'essai

tension, courant ou puissance d'entrée, auxquels les essais sont réalisés

Note 1 à l'article: La spécification de la tension, du courant ou de la puissance d'essai est donnée en A.2.

3.2

facteur de maintenance du flux lumineux

Unité: %

rapport, exprimé en pourcentage x , du flux lumineux émis par une source lumineuse à un moment donné de sa vie à son flux lumineux initial émis

¹ Troisième édition. Cette édition a été remplacée en 2014 par l'IEC 61000-3-2:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*.

Note 1 à l'article: Le facteur de maintenance du flux lumineux d'une source lumineuse à LED inclut la dégradation des pièces optiques, l'effet de la diminution de l'émission du flux lumineux du boîtier de LED et la ou les défaillances des LED encapsulées individuels si la source lumineuse à LED contient plusieurs LED encapsulées.

3.3

valeur initiale

caractéristiques photométriques et électriques à la fin de la période de vieillissement et de la durée de stabilisation

[SOURCE: IEC 62612:2013, 3.4, modifiée – Le mot «colorimétrique» et la note à l'entrée ont été supprimées]

3.4

valeurs maintenue

caractéristique photométrique et électrique après un temps de fonctionnement dans des conditions d'essai normalisées, y compris le temps de stabilisation

Note 1 à l'article: Les conditions d'essai sont indiquées dans la présente norme.

3.5

défaillance paramétrique

flux lumineux

défaillance d'un module de LED opérationnel à produire un flux lumineux supérieur ou égal au flux lumineux se rapportant au facteur de maintenance du flux lumineux x

Note 1 à l'article: Pour les besoins de la présente norme, le produit à LED est un module de LED.

Note 2 à l'article: Pour une illustration du mode de défaillance progressive, causant une défaillance paramétrique, voir la Figure C.1.

3.6

défaillance brusque

défaillance d'un produit à LED à fonctionner ou à produire un flux lumineux

Note 1 à l'article: Pour les besoins de la présente norme, le produit à LED est un module de LED.

Note 2 à l'article: Le terme "défaillance complète" est communément utilisé pour les mêmes besoins.

Note 3 à l'article: Pour l'illustration du mode de défaillance brusque, voir la Figure C.1.

3.7

durée de vie utile médiane (des modules de LED)

durée de vie (des modules de LED)

L_x

période de temps pendant laquelle 50 % (B_{50}) d'une population de modules de LED opérationnels du même type ont du point de vue paramétrique échoué à fournir au moins un pourcentage x du flux lumineux initial

Note 1 à l'article: La durée de vie utile médiane inclut uniquement les modules de LED opérationnels.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-07-61, modifiée – nouvelle définition]

3.8

probabilité de défaillance brusque

$F(t)$

probabilité qu'un module de LED, prélevé d'une population de modules de LED du même type, ne réussisse pas à fonctionner après un temps donné, t

Note 1 à l'article: $LSF(t) = 1 - F(t)$, LSF est le facteur de survie de la lampe (Lamp Survival Factor, en anglais), [CIE 097 modifiée].

3.9**valeur de défaillance brusque***AFV*centile de modules de LED ayant échoué à fonctionner à la durée de vie utile médiane, L_x Note 1 à l'article: $AFV = F(L_x) \times 100 \%$; $LSF(L_x) = 1 - F(L_x)$.Note 2 à l'article: Exemple: Si $L_x = 20\,000$ h et $AFV = F(20\,000 \text{ h}) \times 100 \% = 7 \%$, cela entraîne $LSF(20\,000 \text{ h}) = 1 - 0,07 = 0,93$.

Note 3 à l'article: L'abréviation "AFV" est dérivée du terme anglais développé correspondant "abrupt failure value".

3.10**temps jusqu'à la défaillance brusque***C_y*période de temps pendant laquelle $y \%$ d'une population de modules de LED du même type initialement opérationnels échouent à produire un flux lumineux

Note 1 à l'article: Le temps jusqu'à la défaillance brusque inclut uniquement les modules de LED non opérationnels.

Note 2 à l'article: $C_{AFV} = L_x$.**3.11****valeur de défaillance combinée***CFV*centile de modules de LED ayant échoué du fait soit du mode de défaillance paramétrique soit du mode de défaillance brusque à la durée de vie utile médiane, L_x Note 1 à l'article: $CFV = 50 + 0,5 \times AFV$.Note 2 à l'article: Exemple: Si $AFV = 15 \%$, cela entraîne $CFV = 50 + 0,5 \times 15 = 57,5 \%$.

Note 3 à l'article: L'abréviation "CFV" est dérivée du terme anglais développé correspondant "combined failure value".

3.12**durée de vie combinée (des lampes à LED)***M_xF_y*période de temps pendant laquelle $y \%$ (F_y) d'une population de lampes à LED du même type initialement opérationnelles ont échoué du fait soit du mode de défaillance paramétrique soit du mode de défaillance brusque

Note 1 à l'article: La durée de vie combinée (des lampes à LED) inclut les lampes à LED opérationnelles et non opérationnelles.

3.13**durée de vie combinée médiane (des lampes à LED)***M_x*période de temps pendant laquelle 50 % (F_{50}) d'une population de lampes à LED du même type initialement opérationnelles ont échoué du fait soit du mode de défaillance paramétrique soit du mode de défaillance brusque

Note 1 à l'article: La durée de vie combinée médiane (des lampes à LED) inclut les lampes à LED opérationnelles et non opérationnelles.

3.14**code photométrique²**

désignation de couleur d'un module de LED donnant une lumière blanche, définie par la température de couleur proximale et l'indice général de rendu des couleurs

Note 1 à l'article: La définition du code photométrique est donnée dans l'IEC 62504 en tant que désignation de couleur de la lumière.

3.15

point t_p

emplacement désigné du point de mesure des températures de performance t_p et $t_{p \text{ rated}}$ à la surface du module de LED

3.16

température t_p

température au point t_p , relative à la performance du module de LED

Note 1 à l'article: $t_p \leq t_c$. Cela est uniquement le cas lorsque l'emplacement de t_p et de t_c est le même. Pour t_c , voir 3.10 de l'IEC 62031:2008.

Note 2 à l'article: Pour une durée de vie donnée, la température t_p est une valeur fixe et non une variable.

Note 3 à l'article: Il peut y avoir plus d'une température t_p , en fonction de la déclaration de durée de vie.

3.17

valeur maximale recommandée de la température de fonctionnement de module de LED

$t_{p \text{ rated}}$

température de fonctionnement maximale à laquelle les caractéristiques assignées de performance sont déclarées par le fabricant ou le fournisseur responsable

Note 1 à l'article: $t_{p \text{ rated}} \leq t_c$. Cela est uniquement le cas lorsque l'emplacement de $t_{p \text{ rated}}$ et de t_c est le même. Pour t_c , voir 3.10 de l'IEC 62031:2008.

3.18

puce LED

bloc de matériau semi-conducteur sur lequel un circuit fonctionnel donné est fabriqué

Note 1 à l'article: Pour un dessin schématique d'une puce LED, voir Figure G.1.

3.19

facteur de déphasage

exprimé par $\cos \varphi_1$, où φ_1 est l'angle de phase entre la fondamentale de la tension du réseau d'alimentation et le fondamental du courant du réseau

3.20

module de LED adaptable

module de LED qui est conçu conformément à une certaine règle de conception et peut être exprimé par les caractéristiques proportionnelles à une dimension géométrique spécifique

Note 1 à l'article: Par exemple, un module de LED linéaire qui est conçu de telle sorte que la puissance consommée par unité de longueur est une valeur constante. Dans le cas d'une puissance consommée de 10 W, le flux lumineux total est de 500 lm par 50 cm de longueur du module de LED. Dans le cas d'une puissance consommée de 20 W, le flux lumineux total est de 1 000 lm par 100 cm de longueur du module de LED. Les modules de LED sont considérés comme adaptables, s'ils sont disposés sur une bobine ou sur une unité similaire plus grande.

3.21

famille

groupe de modules de LED présentant les mêmes caractéristiques et la même méthode de commande (intégrée, semi-intégrée, non intégrée), les groupes sont classés selon leurs caractéristiques communes relatives aux matériaux, aux composants et/ou à la méthode de traitement

4 Marquage

4.1 Marquage obligatoire

Les informations concernant les paramètres montrés dans le Tableau 1 doivent être fournies par le fabricant ou le fournisseur responsable et être placées selon les indications correspondantes.

Les informations doivent être relatives à la température de fonctionnement maximale de performance $t_{p \text{ rated}}$, sauf pour le point t_p (point j du Tableau 1), les dimensions (point n) et la disponibilité d'un dissipateur thermique (point o).

Ces informations complètent le marquage obligatoire exigé par l'IEC 62031.

Pour les modules de LED adaptables, voir 6.1 et marquer les dimensions de référence dans la notice.

Tableau 1 – Marquage obligatoire et emplacement du marquage ¹

Paramètres	Module de LED	Emballage	Fiches techniques, notices ou site web concernant le module de LED
a) Flux lumineux assigné (lm)	-	x ⁵	x
b) Code photométrique (Voir Annexe D) ⁴	-	x ⁵	x
c) Durée de vie utile médiane assignée (h) et facteur de maintenance du flux lumineux assigné associé (x)	-	-	x
d) Valeur de défaillance brusque assignée (%)	-	-	x
e) Code de conservation du flux lumineux (voir le Tableau 6)	-	-	x
f) Catégories de valeurs assignées des coordonnées trichromatiques, initiales et maintenues (voir le Tableau 5)	-	-	x
g) Température de couleur proximale (K)	-	-	x
h) Indice de rendu des couleurs assigné	-	-	x
i) $t_{p \text{ rated}}$ ³ du module de LED (°C)	x ²	-	x
j) Point t_p	x ³	-	x ³
k) Temps de vieillissement (h), si différent de 0 h	-	-	x
l) Gamme de température ambiante	-	-	x
m) Efficacité assignée (lm/W)	-	-	x
n) Dimensions, y compris les tolérances dimensionnelles	-	-	x
o) Disponibilité d'un dissipateur thermique	-	-	x
s) Facteur de déphasage	-	-	x
t) Rampe de température			
1 K/min ou	-	-	x
10 K/min	-	-	x
¹ Les exigences régionales peuvent s'appliquer et prévaloir. ² Si l'espace sur le module de LED n'est pas assez grand, le marquage sur l'emballage uniquement est suffisant. ³ Dans le cas où le point t_p et le point t_c sont à la même position, alors le point t_p n'est pas marqué séparément sur le module de LED, mais indiqué dans la fiche produit. Le marquage du point t_p peut facultativement être sur le produit ou sur les fiches techniques / les notices / les sites web du produit. ⁴ À l'étude. ⁵ Le marquage selon a) et b) du Tableau 1 n'est pas exigé sur l'emballage lorsque le produit n'est pas livré dans un emballage consommateur final.			
(x = exigé, – = non exigé)			

4.2 Marquage additionnel

Pour les modules de LED intégrés avec ou sans moyen de gestion de la chaleur, les relations entre au moins 3 températures au point t_p , y compris la température recommandée $t_{p \text{ rated}}$ conformément au Tableau 1, et chaque durée de vie estimée peuvent être fournies par le fabricant ou par le fournisseur responsable. Voir le Tableau 2 comme un exemple.

Pour les modules de LED indépendants, les relations entre au moins 3 températures ambiantes, y compris 25 °C, et chaque durée de vie estimée peuvent être fournies par le fabricant ou par le fournisseur responsable. Voir le Tableau 2 comme un exemple.

Tableau 2 – Informations relatives à la durée de vie du module de LED

Température t_p (°C) mesurée au point t_p	XX ^a	XX ^a	XX ^a
Durée de vie assignée (h)	XX XXX ^a	XX XXX ^a	XX XXX ^a
^a Valeurs à déclarer par le fabricant du module de LED.			

Des informations complémentaires fournies par fabricant du module de LED relatives aux températures t_p et aux durées de vie données dans le tableau sont autorisées. Pour la durée de vie choisie, t_p est une valeur fixe.

NOTE La vérification n'est actuellement pas couverte par la présente norme.

En complément à 4.1, le marquage tel que donné dans le Tableau 3 peut être utilisé.

Tableau 3 – Marquage facultatif et emplacement du marquage

Paramètres	Module de LED	Emballage	Fiches techniques, notices ou site web concernant le module de LED
a) répartition de l'intensité lumineuse	-	-	x
b) angle du faisceau	-	-	x
c) intensité maximale	-	-	x
(x = exigé, – = non exigé)			

5 Dimensions

Toutes les dimensions mesurées des modules de LED dans un échantillon doivent respecter les tolérances telles que déclarées par le fabricant ou le fournisseur responsable.

La conformité est vérifiée par des moyens appropriés de mesure.

6 Conditions d'essai

6.1 Conditions générales d'essai

Les modules LED pour lesquelles la conformité à cette norme est demandée doivent se conformer aux exigences de la norme de sécurité IEC 62031.

Pour la conformité aux exigences CEM, à l'exception des harmoniques, il est fait référence aux exigences régionales. Pour les normes pertinentes, voir la bibliographie.

Il convient de considérer que seuls les types de modules LED sont soumis à des exigences de CEM qui

- en cas de courant harmonique sont directement raccordés au réseau et ont des éléments actifs en place;
- en cas de perturbations rayonnées ou conduites ils sont reliés directement au réseau (type 1) ou à une batterie;
- dans le cas d'immunité ils sont directement reliés au réseau électrique (type 1) ou à une batterie.

La durée des essais est de 25 % de la durée de vie assignée jusqu'à un maximum de 6 000 h.

En variante, les données d'essais issues de l'IES LM-80 doivent être utilisées pour le calcul des valeurs maintenues à 25 % de la durée de vie assignée, maximum 6 000 h, ainsi que les critères de conformité associés, comme spécifié dans l'Annexe I.

NOTE D'autres modules de LED au sein de la même famille (voir 3.21) peuvent être soumis à une durée d'essai inférieure. Pour l'identification d'une famille, voir le Tableau 4; pour plus de détails concernant les tailles des échantillons pour les essais de familles, voir le Tableau 7.

Les conditions d'essai relatives aux essais des caractéristiques électriques et photométriques, de la conservation du flux lumineux et de la durée de vie sont données dans l'Annexe A.

Tous les essais sont effectués sur "*n*" modules de LED du même type. Le nombre "*n*" doit être un minimum de produits tel qu'indiqué dans le Tableau 7. Les modules de LED utilisés pour les essais d'endurance ne doivent pas être utilisés pour d'autres essais.

En cas de modules de LED Type 2 et Type 3, l'essai exige le fonctionnement, respectivement avec une alimentation électrique de référence séparée et un appareillage de référence séparé. La spécification relative à l'alimentation électrique de référence et à l'appareillage de référence doit être effectuée par le fabricant ou le fournisseur responsable des modules de LED.

Les modules de LED à commande de gradation doivent être réglés au rendement maximal pour tous les essais.

Les modules de LED à point de couleur réglable, doivent être réglés/établis à une valeur fixe, telle qu'indiquée par le fabricant ou le fournisseur responsable.

Les modules de LED qui sont adaptables, par exemple modules de LED à géométrie linéaire, mais de très grande longueur, doivent être soumis à l'essai à une longueur de 50 cm ou, s'ils ne sont pas adaptables, à la valeur la plus proche de 50 cm. Le fabricant du module de LED doit indiquer quel appareillage est approprié à cette longueur.

6.2 Création de familles de modules de LED pour réduire l'effort d'essai

6.2.1 Généralités

L'introduction de famille a pour but de guider les fabricants de modules de LED vers les conceptions de plates-formes pour donner ainsi la possibilité d'utiliser les données du produit de référence existant qui a déjà été soumis à l'essai pendant une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1. Le produit de référence est considéré comme étant le premier module de LED respectant la présente norme et désigné comme faisant partie de la famille.

6.2.2 Variations au sein d'une famille

Chaque famille de modules de LED exige une considération au cas par cas. Il convient que la gamme de modules de LED soit fabriquée par le même fabricant, dans le cadre du même système d'assurance qualité. Il convient que les variations de type relatives à la gamme (par exemple CCT) soient essentiellement identiques par rapport aux matériaux utilisés, aux composants et à la construction appliqués. Il convient de sélectionner l'échantillon/les échantillons d'essai de type avec la collaboration du fabricant et du laboratoire d'essais.

Les exigences relatives à l'identification d'une famille de modules de LED pour les essais de type sont données dans la définition 3.21 et utilisées dans le Tableau 4.

La durée des essais peut être réduite au sein de la famille de 1 000 h³ dans le cas où les variations des caractéristiques des pièces sont conformes aux conditions indiquées dans le Tableau 4. Les composants critiques demeurent les mêmes ou la même technologie et des matériaux de version actualisée sont utilisés.

Tableau 4 – Variations autorisées au sein d'une famille

Caractéristiques de pièce qu'il est prévu de faire varier	Conditions d'acceptation
Logement/châssis, gestion du dissipateur thermique/de la chaleur	La valeur du point de mesure de la température du boîtier de LED (l'emplacement et sa valeur donnés par le fournisseur du module de LED) et d'autres composants reste à la même valeur ou à une valeur inférieure, si la durée de vie assignée est la même que celle du produit de référence ou supérieure, telle qu'indiquée et spécifiée par le fabricant ou le fournisseur responsable (voir aussi NOTE 1).
Optique (voir NOTE 2)	Les résultats des essais montrant l'effet du changement du matériau optique doivent être documentés dans le dossier technique du fabricant.
Boîtier de LED	t_p reste à la même valeur ou à une valeur inférieure, si la durée de vie assignée est la même que celle du produit de référence ou supérieure, telle qu'indiquée et spécifiée par le fabricant ou le fournisseur responsable (voir aussi NOTE 1)
Appareillage (Applicable pour les modules de LED Type 1 ou Type 2)	t_p reste à la même valeur ou à une valeur inférieure, si la durée de vie assignée est la même que celle du produit de référence ou supérieure, telle qu'indiquée et spécifiée par le fabricant ou le fournisseur responsable. Une défaillance statistique doit montrer des défaillances égales ou inférieures.
NOTE 1 La valeur de t_p peut être utilisée tant que la corrélation entre la valeur de mesure de la température de la LED et t_p est définie (processus à l'étude).	
NOTE 2 L'optique comprend par exemple l'optique secondaire (lentilles), les réflecteurs, la garniture et le joint ainsi que leurs interconnexions. Il convient que les résultats se rapportent aux modifications dans le flux lumineux, l'intensité lumineuse maximale, la répartition de l'intensité lumineuse, l'angle du faisceau, le décalage des coordonnées de couleur, le décalage de la CCT et le décalage de l'IRC.	

Toutes les modifications des tolérances des pièces sont documentées dans le dossier technique du fabricant.

6.2.3 Essais de conformité des membres de la famille

Les caractéristiques de performance suivantes des membres d'une famille avant et après la durée d'essai réduite doivent être en ligne avec les valeurs fournies par le fabricant ou le fournisseur responsable du module de LED:

- coordonnées trichromatiques,
- indice de rendu des couleurs,
- code de conservation du flux lumineux,
- résultats de l'essai de durée de vie accéléré en fonctionnement

La documentation des données doit être fournie à la station d'essais dans le dossier technique du fabricant.

Conformité:

Pour tous les modules de LED soumis à l'essai dans un échantillon, les valeurs mesurées d'un module de LED (la valeur initiale et la valeur maintenue) ne doivent pas dépasser les

³ La valeur est à l'étude.

valeurs telles qu'indiquées par le fabricant ou le fournisseur responsable. Les valeurs mesurées doivent être de la même catégorie ou du même code que les valeurs fournies ou mieux. Tous les modules de LED dans un échantillon doivent réussir l'essai.

7 Entrée électrique du module de LED

7.1 Puissance du module de LED

Pour les conditions de mesure, se référer à l'Annexe A.

Conformité:

La puissance initiale consommée par chaque module de LED individuel dans l'échantillon mesuré ne doit pas dépasser la puissance assignée de plus de 10 %.

Il convient de considérer l'avant-dernier alinéa de 1.1.

7.2 Facteur de déphasage (u.c.)

Le facteur de déphasage des modules de LED intégrés (Type 1) doit être mesuré conformément à l'Annexe E. Les modules de LED à commande de gradation doivent être adaptés au rendement maximal.

Le mesurage du facteur de déphasage des modules de LED semi-intégrés et non intégrés (Type 2 et Type 3) n'est pas applicable.

NOTE 1 Voir Annexe F pour l'explication du facteur de déphasage, du facteur de distorsion et du facteur de puissance et la relation entre eux.

NOTE 2 Le facteur de distorsion est couvert par l'IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009, qui traite des limites des courants harmoniques injectés dans le réseau d'alimentation public.

Conformité:

Le facteur de déphasage mesuré pour chaque module individuel de l'échantillon ne doit pas être inférieur de plus de 0,05 à la valeur marquée.

8 Rendement lumineux normalisé

8.1 Flux lumineux

Le flux lumineux est mesuré conformément à l'Annexe A.

Conformité:

Le flux lumineux initial de chaque module de LED individuel dans l'échantillon mesuré ne doit pas être inférieur de plus de 10 % au flux lumineux assigné.

8.2 Répartition de l'intensité lumineuse, intensité maximale et angle du faisceau

8.2.1 Généralités

Les exigences en 8.2.4 et 8.2.5 doivent s'appliquer aux modules de LED disposant d'une distribution directionnelle (spot).

NOTE La répartition de l'intensité lumineuse d'un module de LED peut être spécifique à une application.

8.2.2 Mesurage

L'intensité de lumière émise par le module de LED dans des directions différentes est mesurée en utilisant un goniophotomètre. Toutes les données photométriques doivent être déclarées pour le module de LED fonctionnant à sa température $t_{p \text{ rated}}$ conformément à A.1.

Il convient que les variations photométriques détaillées autorisées tiennent compte des tolérances de fabrication.

8.2.3 Répartition de l'intensité lumineuse

La répartition de l'intensité lumineuse doit être conforme à celle déclarée par le fabricant. Le mesurage est effectué conformément au A.3.3.

La conformité est à l'étude.

8.2.4 Valeur de l'intensité maximale ⁴

Lorsqu'une valeur de l'intensité maximale est fournie par le fabricant ou le fournisseur responsable, l'intensité maximale initiale de chaque module de LED individuel dans l'échantillon mesuré ne doit pas être inférieure à 75 % de l'intensité assignée.

La conformité est vérifiée conformément à l'Annexe A.

8.2.5 Valeur de l'angle du faisceau ⁵

Lorsqu'une valeur de l'angle du faisceau est fournie par le fabricant ou le fournisseur responsable, la valeur de l'angle du faisceau de chaque module de LED individuel dans l'échantillon mesuré ne doit pas s'écarter de plus de 25 % de la valeur assignée.

La conformité est vérifiée conformément à l'Annexe A.

8.3 Efficacité lumineuse

L'efficacité du module de LED doit être calculée à partir du flux lumineux initial mesuré du module de LED individuel divisé par la puissance d'entrée initiale mesurée du même module de LED individuel. Pour le mesurage du flux lumineux, voir le A.3.2.

Conformité:

Pour tous les modules de LED soumis à l'essai dans un échantillon, l'efficacité du module de LED ne doit pas être inférieure à 80 % de l'efficacité assignée du module de LED telle que déclarée par le fabricant ou le fournisseur responsable.

9 Coordonnées trichromatiques, température de couleur proximale (CCT)⁶ et rendu des couleurs

9.1 Coordonnées trichromatiques

Les coordonnées trichromatiques initiales sont mesurées. Un deuxième mesurage des coordonnées trichromatiques maintenues est effectué après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1. Les valeurs mesurées des coordonnées trichromatiques (autant

⁴ La valeur moyenne et le niveau de confiance sont à l'étude.

⁵ La valeur moyenne et le niveau de confiance sont à l'étude.

⁶ CCT = *Correlated Colour Temperature*.

initiales que maintenues) doivent s'inscrire dans une des quatre catégories (voir Tableau 5), ce qui correspond à une ellipse de MacAdam particulière autour de la valeur assignée de coordonnée trichromatique, de sorte que la dimension de l'ellipse (exprimée en *n* niveaux) soit une mesure de la tolérance ou de l'écart dans les coordonnées trichromatiques d'un module de LED individuel.

Conformité:

Pour la conformité des membres de la famille, se rapporter au 6.2.3.

Pour tous les modules de LED soumis à l'essai dans un échantillon, les valeurs mesurées des coordonnées trichromatiques d'un module de LED (la valeur initiale et la valeur maintenue) doivent correspondre aux catégories de coordonnées trichromatiques qui ne doivent pas dépasser la catégorie de tolérance des coordonnées trichromatiques comme indiqué par le fabricant ou le fournisseur responsable (voir Tableau 1). Les valeurs mesurées doivent correspondre à la même catégorie que les valeurs assignées ou mieux. Les échantillons de modules de LED pour le mesurage des coordonnées trichromatiques doivent être sélectionnés à partir de quatre lots différents⁷.

Tableau 5 – Tolérance (catégories) sur les valeurs assignées des coordonnées trichromatiques

Dimension de l'ellipse de MacAdam, centrée sur la couleur cible assignée	Catégorie de variation de couleurs	
	initiale	maintenue
Niveau 3	3	3
Niveau 5	5	5
Niveau 7	7	7
> Ellipse de niveau 7	7+	7+

Le comportement des coordonnées trichromatiques d'un module de LED doit être exprimé en énonçant les deux résultats de mesure des coordonnées trichromatiques initiales et des coordonnées trichromatiques maintenues. Pour un exemple, se référer à l'Annexe D.

La présente norme s'applique aux modules de LED pour lesquels il est dans la plupart des cas possible de choisir une valeur CCT qui satisfait au mieux à l'exigence d'une application particulière. Les points de couleur cibles normalisés sont à l'étude.

NOTE 1 Les zones de tolérance sont basées sur les ellipses définies par MacAdam, publiées dans le Journal de "the Optical Society of America, 1943", telles que normalement appliquées pour les lampes fluorescentes et autres lampes à décharge.

NOTE 2 Voir Annexe A pour la méthode de mesure des valeurs des coordonnées trichromatiques pour les modules de LED.

9.2 Température de couleur proximale (CCT)

Des valeurs préférentielles pour assurer l'interchangeabilité sont à l'étude. La valeur de la température CCT à quatre chiffres est divisée par 100 et le chiffre ainsi obtenu est arrondi au nombre entier suivant, en utilisant le code photométrique de l'Annexe D.

Conformité:

Pour la conformité des membres de la famille, se rapporter au 6.2.3.

⁷ La variation de couleurs entre les modules de LED dans un échantillon à partir de cycles de production différents ressemble à la variation à l'intérieur de périodes de production plus longues.

Pour tous les modules de LED soumis à l'essai dans un échantillon, la température de couleur proximale mesurée ne doit pas dépasser les valeurs telles que déclarées par le fabricant ou le fournisseur responsable.

NOTE Au Japon, les exigences relatives à la classification et l'indication des couleurs sont spécifiées dans la JIS Z 9112.

9.3 Indice de rendu des couleurs (IRC)

L'indice de rendu des couleurs initial (IRC) d'un module de LED est mesuré. Un deuxième mesurage est effectué après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1.

Conformité:

Pour tous les modules de LED soumis à l'essai dans un échantillon, les valeurs de CRI mesurées ne doivent pas avoir diminué de plus de:

- *3 points de la valeur assignée de l' IRC (voir le Tableau 1) pour les valeurs initiales de l'IRC, et*
- *5 points de la valeur assignée de l' IRC (voir le Tableau 1) pour les valeurs maintenues de l'IRC.*

10 Durée de vie du module de LED

10.1 Généralités

La durée de vie d'un module de LED individuel, telle qu'expliquée à l'Annexe C, est limitée par un effet combiné de la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé, le plus souvent causée par la dégradation des matériaux (voir 10.2) et par la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé, le plus souvent causée par une défaillance des composants électriques (voir 10.3, essais d'endurance comme une indication de fiabilité et de durée de vie). Les deux éléments sont soumis à l'essai.

Il est fait référence aux définitions en 3.2 et 3.7, ce dernier décrivant la durée de vie utile médiane et la fraction indiquée (B_{50}) des modules de LED soumis à l'essai d'un échantillon, qui peuvent ne pas répondre aux exigences relatives aux essais conformément à 10.2 et à 10.3.

10.2 Conservation du flux lumineux

Le facteur de maintenance du flux lumineux assigné peut varier en fonction de l'application du module de LED. Il convient que le fabricant fournisse des informations dédiées relatives au pourcentage choisi.

NOTE 1 Puisque la durée de vie typique d'un module de LED est (très) longue, il est dans le domaine d'application de la présente norme considéré comme irréaliste et chronophage de mesurer la réduction réelle du flux lumineux tout au long de la durée de vie (par exemple, L_{70}). Pour cette raison, la présente norme s'appuie sur les résultats d'essai pour déterminer le code prévu de la conservation du flux lumineux d'un module de LED.

NOTE 2 La conservation du flux lumineux réel des modules de LED peut varier considérablement selon le type et selon le fabricant. Il n'est pas possible d'exprimer la conservation du flux lumineux de toutes les LED par des relations mathématiques simples. Une diminution initiale rapide dans le rendement lumineux n'implique pas automatiquement qu'une LED particulière n'atteindra pas sa durée de vie assignée.

NOTE 3 D'autres méthodes offrant un aperçu plus avancé dans la dépréciation du flux lumineux durant la durée de vie du module de LED sont à l'étude.

La présente norme a opté pour "les codes de conservation du flux lumineux" (voir Figure 2) qui couvrent la diminution initiale du rendement lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1. Il existe trois codes de conservation du flux lumineux qui définissent la conservation du flux lumineux en pourcentage du flux lumineux initial (voir le Tableau 6).

Tableau 6 – Code de conservation du flux lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1

Conservation du flux lumineux %	Code
≥ 90	9
≥ 80	8
≥ 70	7

Le flux lumineux initial doit être mesuré. Le mesurage est répété après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1. La valeur du flux lumineux initial est normalisée à 100 %; elle est utilisée comme le premier point de données pour déterminer la durée de vie du module de LED. La valeur mesurée du flux lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1 doit être exprimée en une valeur maintenue (= pourcentage de la valeur initiale).

Il est recommandé de mesurer les valeurs du rendement lumineux à des intervalles de 1 000 h (exprimées en pourcentage de la valeur initiale) pour un total égal à la durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1.

NOTE 4 Cela donnera un aperçu supplémentaire quant à la fiabilité des valeurs mesurées, mais l'affectation d'un code n'implique pas une prévision d'une durée de vie réalisable. Les modules de LED avec un code supérieur peuvent être meilleurs ou pires que les modules de LED avec un code inférieur.

Pour le marquage du facteur de maintenance du flux lumineux (x) et des codes de conservation du flux lumineux, voir le Tableau 1.

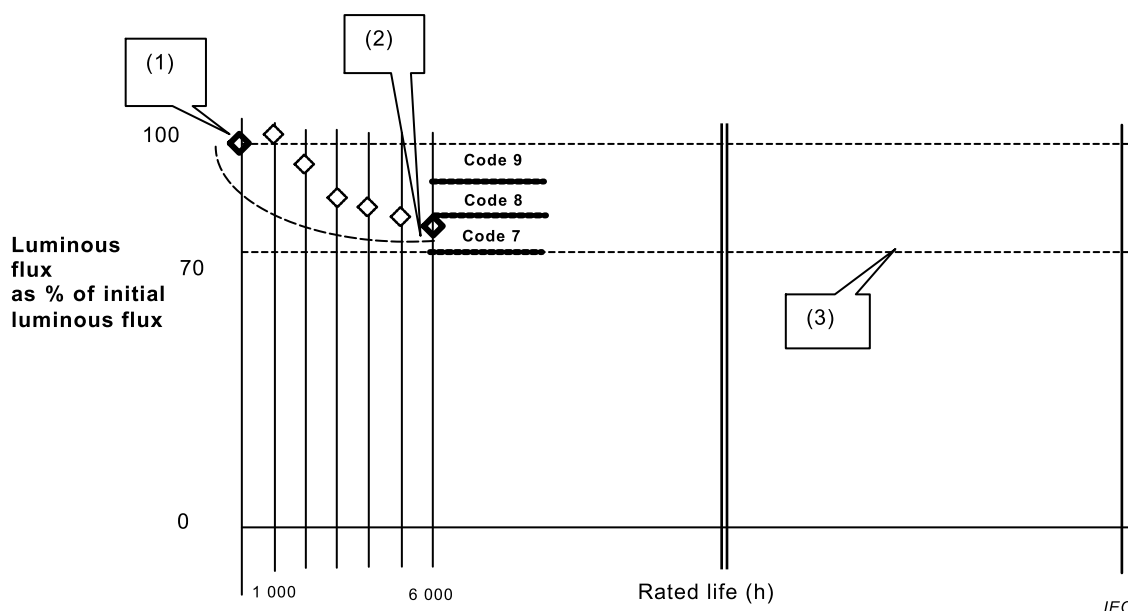
Conformité à 25 % de la durée de vie assignée avec une durée maximale d'essai de 6 000 h:

Pour la conformité des membres de la famille, se rapporter au 6.2.3.

Un module de LED individuel est considéré comme ayant réussi l'essai si les critères suivants ont été respectés.

- 1) La valeur mesurée du flux lumineux à 25 % de la durée de vie assignée (avec une durée maximale de 6 000 h) ne doit pas être inférieure au flux lumineux initial, multiplié par le facteur de maintenance du flux lumineux assigné (x).*
- 2) La conservation du flux lumineux calculée définie comme étant le rapport du flux lumineux initial mesuré au flux lumineux maintenu doit correspondre au "code de conservation du flux lumineux" tel que déclaré par le fabricant ou le fournisseur responsable.*

Étant donné un échantillon de n modules de LED conformément au Tableau 7, soumis à l'essai de 25 % de la durée de vie assignée avec une durée maximale de 6 000 h, il est considéré avoir réussi l'essai, si à la fin de l'essai, au moins 90 % des modules de LED ont réussi.



Légende

Anglais	Français
Luminous flux as % of initial luminous flux	Flux lumineux comme un pourcentage du flux lumineux initial
Rated life (h)	Durée de vie assignée (h)

Légende

- (1) Flux lumineux initial
- (2) Valeur mesurée du flux lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1
- (3) Ligne de limite inférieure: les flux déclarés diminuent au cours de la durée de vie assignée L_{70}

Figure 2 – Dépréciation du flux lumineux pendant la durée d'essai

10.3 Essais d'endurance

10.3.1 Généralités

Les modules de LED doivent être soumis aux essais suivants spécifiés de 10.3.2 à 10.3.4.

NOTE Tous les essais peuvent être réalisés en parallèle avec des modules de LED différents.

10.3.2 Essai de cycles de températures

10.3.2.1 Généralités

L'essai de cycles de températures doit être effectué conformément à l'IEC 60068-2-14, Essai Nb: Variation de température avec une vitesse de variation spécifiée, et aux conditions suivantes. Il est admis de choisir l'un quelconque des essais alternatifs spécifiés en 10.3.2.2 et 10.3.2.3.

10.3.2.2 Essai alternatif 1 avec 10 K/min

10.3.2.2.1 Montage d'essai

Le module de LED doit être monté sur un dissipateur thermique approprié et fonctionner dans l'enceinte d'essai conformément à l'IEC 60068-3-5 et avec des réglages pour t_p tels que demandés par la présente norme, au courant nominal respectivement à la tension d'essai. Le

dissipateur thermique doit être tel que, après stabilisation thermique, le module de LED fonctionne à sa température maximale assignée t_p (+/- 10 K) (conformément au Tableau 2) à une température d'enceinte d'essai de $40\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$. La température d'enceinte d'essai à laquelle t_p est atteinte est la température ambiante maximale du cycle thermique. La température ambiante minimale est obtenue en soustrayant de cette température 50 K. Ces deux températures sont utilisées pour le cycle thermique.

Lorsque le fabricant déclare dans sa documentation une plage de températures avec une température minimale et une température maximale, ces valeurs doivent être utilisées.

L'essai doit être constitué de 250 cycles.

10.3.2.2.2 Procédure d'essai

- 1) À partir de l'état stable du module de LED fonctionnant à sa température ambiante maximale (évaluée en 10.3.2.2), le module de LED doit être mis hors tension et la température ambiante à l'intérieur de l'enceinte d'essai doit être diminuée à une vitesse de 10 K/min jusqu'à la température minimale d'essai.
- 2) Le module de LED mis hors tension doit être maintenu au niveau de la température ambiante minimale pendant 50 min. À l'expiration de cette période, le module de LED doit être mis en tension et hors tension à la température ambiante basse 10 fois avec le cycle de 10 s en tension / 50 s hors tension.
- 3) Mettre le module de LED sous tension.
- 4) Augmenter la température dans l'enceinte d'essai à une vitesse de 10 K/min jusqu'à la température ambiante maximale de l'enceinte d'essai.
- 5) Le module de LED mis en tension doit être maintenu au niveau de la température ambiante maximale pendant 50 min. À l'expiration de cette période, le module de LED doit être mis en tension et hors tension à la température ambiante élevée 10 fois avec le cycle de 10 s en tension / 50 s hors tension.
- 6) Répéter 249 fois les étapes 1) à 5).

Conformité:

À la fin de l'essai, tous les modules de LED doivent fonctionner et avoir un flux lumineux qui reste dans le code de conservation du flux lumineux déclaré pendant une période d'au moins 15 min et ne pas présenter d'effets physiques du cycle thermique tels que des fissures ou le décollement de l'étiquette.

Les exigences de température de A.1 ne s'appliquent pas.

10.3.2.3 Essai alternatif 2 avec 1 K/min

Le module de LED est placé dans une enceinte d'essai dans laquelle on fait varier la température de -10 °C à $+50\text{ °C}$ ⁸ sur une période de 4 h et pendant une durée d'essai de 250⁹ périodes (1 000 h).

Le module de LED est monté sur un dissipateur thermique approprié pour atteindre sa température maximale assignée t_p à la température d'enceinte d'essai de $+50\text{ °C}$.

Une période de 4 h inclut 1 h de maintien sur chaque extrême de température et 1 h de temps de transfert (1 K/min) entre les extrêmes de température. Le module de LED est mis en tension et hors tension pendant 17 min.

⁸ A l'étude. Lorsque le fabricant déclare dans sa documentation une plage de températures avec une température minimale et une température maximale, il convient d'utiliser ces valeurs.

⁹ A l'étude.

La conformité est vérifiée comme suit:

À la fin de l'essai, tous les modules de LED doivent fonctionner et avoir un flux lumineux qui reste dans le code de conservation du flux lumineux déclaré pendant une période d'au moins 15 min et ne pas présenter d'effets physiques du cycle thermique tels que des fissures ou le décollement de l'étiquette.

NOTE 1 La période de commutation de 34 min est choisie pour obtenir un déphasage entre la température et la période de commutation.

NOTE 2 Les exigences de température de A.1 ne s'appliquent pas.

NOTE 3 Les modules de LED sans ou avec un dissipateur thermique intégré n'atteignent peut-être pas la température maximale assignée t_p à la température d'enceinte d'essai de +50 °C.

10.3.3 Essai de commutation d'alimentation

À la tension d'essai, au courant d'essai ou à la puissance d'essai, le module de LED doit être mis en tension pendant 30 s et hors tension pendant 30 s. Le cycle doit être répété pour un nombre égal à la moitié de la durée de vie assignée en heures (exemple: 10 000 cycles si la durée de vie assignée est 20 000 h).

Les exigences de température de A.1 s'appliquent.

Conformité:

À la fin de l'essai, tous les modules de LED doivent fonctionner et avoir un flux lumineux qui reste dans le code de conservation du flux lumineux déclaré pendant une période d'au moins 15 min.

10.3.4 Essai accéléré de durée de fonctionnement

Le module de LED doit fonctionner en permanence sans commuter à la tension d'essai et à une température correspondant à 10 K (voir dernier alinéa) au-dessus de la température de fonctionnement maximale recommandée $t_{p \text{ rated}}$, pendant une durée de fonctionnement de 1 000 h. Les dispositifs thermiques de protection qui mettraient le module de LED hors tension ou réduiraient le rendement lumineux normalisé à une température seuil $> t_{p \text{ rated}}$, doivent être désactivés.

Conformité:

Pour la conformité des membres de la famille, se rapporter au 6.2.3.

À l'expiration de cette période, et après refroidissement et stabilisation à la température ambiante, tous les modules de LED disposent d'une diminution autorisée du rendement lumineux normalisé à la fin de l'essai de 20 % au maximum par rapport à la valeur initiale, pendant au moins 15 min.

Les exigences de température de A.1 ne s'appliquent pas.

Il convient qu'un essai accéléré n'évoque pas de modes de panne ou de mécanismes de défaillance qui ne sont pas liés aux effets de la durée de vie normale. Par exemple, une très haute augmentation de la température au-dessus de $t_{p \text{ rated}}$ conduirait à des effets chimiques ou physiques dont aucune conclusion sur la durée de vie réelle ne peut être tirée.

Le fabricant ou le fournisseur responsable de modules de LED peut déclarer une température plus élevée que $t_{p \text{ rated}}$ comme indiqué, mais l'alinéa précédent doit être respecté.

NOTE Cet essai a pour but de contrôler les défaillances catastrophiques.

11 Vérification

L'effectif d'échantillon minimal pour les essais de type doit correspondre aux valeurs données dans le Tableau 7. L'échantillon doit être représentatif d'une production du fabricant.

Tableau 7 – Effectifs d'échantillon

1	2	3	4
Article ou Paragraphe	Essai	Nombre minimal de modules de LED dans un échantillon pendant une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1	Nombre minimal de modules de LED dans un échantillon pour l'essai d'une famille à une durée d'essai réduite après avoir changé la caractéristique du produit conformément à 6.2
4.1 i)	$t_{p \text{ rated}}$	1 module de LED identique pour tous les essais	1 module de LED identique pour tous les essais
4.1 j)	point t_p		
5	Dimensions, y compris les tolérances dimensionnelles		
8.2.3	Répartition de l'intensité lumineuse	5 modules de LED identiques pour tous les essais	
8.2.4	Valeur de l'intensité maximale		
8.2.5	Valeur de l'angle du faisceau		
7	Puissance	10 modules de LED identiques pour tous les essais	3 modules de LED identiques pour tous les essais
8.1	Flux lumineux		
8.3	Efficacité		
9.1	Coordonnées trichromatiques		
9.2	Température de couleur proximale		
9.3	Indice de rendu des couleurs		
10.2	Conservation du flux lumineux		
10.3.2	Cycle thermique, sous tension	5	3
10.3.3	Commutation de la tension d'alimentation	5	3
10.3.4	Essai accéléré de durée de fonctionnement	5	3

12 Informations relatives à la conception du luminaire

Pour des informations relatives à la conception du luminaire, se référer à l'Annexe B.

Annexe A (normative)

Méthode de mesure des caractéristiques des modules de LED

A.1 Généralités

Sauf spécification contraire, tous les mesurages doivent être effectués dans une pièce sans courant d'air à une température de 25 °C avec une tolérance de ± 1 °C, une humidité relative de 65 % au maximum et un fonctionnement en régime permanent du module de LED.

Pour les exigences relatives au mouvement d'air, voir, 4.3.2 de CIE 121:1996.

Concernant le mesurage de la température, l'équipement tel que spécifié dans l'Annexe H informative peut être utilisé.

L'opération de conservation (10.2) et de commutation d'alimentation (10.3.3) doit être effectuée dans l'intervalle de températures ($t_{p \text{ rated}} - 5$, $t_{p \text{ rated}}$) à une température ambiante maximale assignée spécifiée par le fabricant, avec une tolérance de (+0 K, -5 K). Dans le cas où il n'y a pas de température ambiante maximale assignée, la plage de températures ambiantes (20 °C à 25 °C) doit être utilisée. Pour l'essai de commutation d'alimentation, l'exigence de température s'applique seulement au temps d'activation (ON). La valeur de $t_{p \text{ rated}}$ ne doit pas être dépassée. L'application d'un dissipateur thermique approprié ou d'une chaleur additionnelle peut s'avérer nécessaire pour obtenir la valeur correcte $t_{p \text{ rated}}$. Pour les besoins des essais, le point t_p doit être marqué comme facilement accessible. Même si l'emplacement est différent pour t_p et t_c , la valeur de t_c ne doit pas être dépassée.

Tous les résultats d'essai doivent être présentés comme si les essais avaient été exécutés à la température de fonctionnement maximale recommandée ($t_{p \text{ rated}}$) du module de LED. Les essais peuvent être effectués à des températures différentes; pour cela, la relation entre les deux températures ($t_{p \text{ rated}}$ et une autre température différente t_p où t_p doit être située dans la plage de données fournies par le fabricant) est à établir à l'avance d'une manière non équivoque par les données fournies par le fabricant du module de LED. En cas de doute, le mesurage de référence est effectué à $t_{p \text{ rated}}$. En fonction du type de circuit de commande que le fabricant du module de LED utilise, le mesurage de t_p doit être effectué dans les conditions de fonctionnement les plus exigeantes. La valeur de $t_{p \text{ rated}}$ doit être signalée dans l'Article 4.

Le fabricant doit fournir, sur demande, des informations concernant la méthode utilisée pour reproduire les caractéristiques déclarées au point t_p .

La tension, le courant ou la puissance d'essai doit être stable à $\pm 0,5$ % au cours des périodes de stabilisation, cette tolérance étant de $\pm 0,2$ % au moment des mesurages. Pour les essais de vieillissement et de conservation du flux lumineux, la tolérance est égale à 2 %. Le résidu harmonique total de l'entrée ne doit pas dépasser 3 %. Le résidu harmonique est défini comme étant la valeur efficace de la somme des composantes harmoniques individuelles en prenant une valeur égale à 100 % pour le fondamental. Tous les essais doivent être réalisés à la fréquence assignée. Dans le cas d'un intervalle, les mesurages doivent être effectués à la valeur de fréquence correspondant à l'effet le plus défavorable sur la température du module de LED.

Pour la stabilisation, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes.

- 1) S'assurer que le module de LED est doté d'un équipement de gestion thermique, soit intégré soit externe.

- 2) Faire fonctionner le module de LED et enregistrer le rendement lumineux normalisé en tant que variable qui dépend du temps et noter le mode de fonctionnement électrique typique (par tension, courant ou puissance).
- 3) Pendant la période de stabilisation, les mesurages du rendement lumineux normalisé sont réalisés au moins à 1 min d'intervalle. Le module de LED en essai peut être considéré comme stable et adapté à des fins d'essai, si la différence entre la valeur de lecture maximale et la valeur de lecture minimale du rendement lumineux normalisé observée au cours des 15 dernières minutes est inférieure à 0,5 %.

Si les conditions de stabilisation ne sont pas atteintes en 45 min, le mesurage peut être démarré et les fluctuations observées doivent être signalées.

- 4) Dans le but d'accélérer les mesurages ultérieurs d'autres modules de LED du même type, une préstabilisation (fonctionnement de la source lumineuse avant le montage dans le système d'essai) peut être appliquée sur la base du temps de stabilisation observé à l'étape 3 et les modules de LED suivants peuvent être mesurés 15 min après dans le système d'essai.

NOTE 1 Normalement le processus de stabilisation observé est une diminution lente du rendement lumineux normalisé jusqu'à la stabilité thermique. Toutefois, à cause de l'électronique, les fluctuations peuvent encore se produire à proximité de la stabilité thermique et les critères de stabilisation peuvent ne pas être remplis.

NOTE 2 Les conditions de stabilisation sont sujettes à des changements en raison de la mise en place d'une norme CIE pertinente.

Sauf spécification contraire, pour un but spécifique, par le fabricant ou le fournisseur responsable, les modules de LED doivent fonctionner à l'air libre pour tous les essais y compris les essais relatifs à la conservation du flux lumineux.

Au cours des essais de durée de vie et pendant le mesurage, afin d'éviter toute perturbation de mesure, l'échantillon d'essai doit être exempt de toute pollution (poussière, etc.) qui peut se produire au cours de la période d'essai.

A.2 Caractéristiques électriques

A.2.1 Tension, courant ou puissance d'essai

La tension, le courant ou la puissance d'essai doit être la tension assignée, le courant assigné ou la puissance assignée (pour la tolérance, voir A.1). Dans le cas d'un intervalle, les mesurages doivent être effectués à la valeur d'entrée correspondant à l'effet le plus défavorable sur la température du module de LED

A.2.2 Vieillessement

Les modules de LED n'exigent aucun vieillissement avant les essais. Toutefois, le fabricant peut définir une période de vieillissement allant jusqu'à 500 h.

A.3 Caractéristiques photométriques

A.3.1 Tension, courant ou puissance d'essai

Voir A.2.1.

A.3.2 Flux lumineux

Le flux lumineux initial et le flux lumineux maintenu doivent être mesurés après stabilisation du module de LED.

NOTE 1 La méthode de mesure du flux lumineux des modules de LED est à l'étude.

NOTE 2 Il est fait référence au document CIE 84. Le document IES LM-79-08 ainsi que l'Annexe B de la JIS C 8105-5 contiennent des informations précieuses concernant le mesurage du flux lumineux.

Si le module de LED nécessite un réchauffement additionnel ou une dissipation de la chaleur, il convient de prendre des dispositions dans le montage de mesure afin de maintenir la température demandée à t_p . Il convient que le fabricant fournisse, sur demande, des informations concernant la méthode utilisée pour reproduire les caractéristiques déclarées au point t_p .

A.3.3 Répartition de l'intensité lumineuse

La répartition de l'intensité lumineuse doit être mesurée conformément à la CIE 121 et l'IEC TR 61341.

Les données de répartition de l'intensité lumineuse doivent être disponibles pour toutes les variantes du module de LED et pour les fixations ou accessoires optiques avec lequel(le)s le module de LED a été conçu pour fonctionner. Les données de répartition de l'intensité lumineuse doivent être fournies pour le module de LED selon un format établi international ou régional. Les informations concernant les formats de fichiers peuvent être trouvées dans l'IEC 62722-1, Annexe A, à titre informatif (et non normatif).

Les informations concernant les données photométriques et les formats de fichiers peuvent être trouvées dans l'IEC 62722-1 (en cours d'élaboration), Article 6 et Annexe A à titre informatif (et non normatif).

A.3.4 Intensité maximale

L'intensité maximale doit être mesurée conformément à l'IEC TR 61341.

A.3.5 Angle du faisceau

L'angle du faisceau doit être mesuré conformément à l'IEC TR 61341.

Il convient de veiller à ce que l'angle du faisceau ne soit pas déterminé par la demi-crête, mais par l'intensité dans le demi-axe du faisceau.

A.3.6 Rendu des couleurs

Le mesurage de l'indice de rendu des couleurs doit être effectué conformément à la CIE 13.3 et à la CIE 177.

A.3.7 Valeurs des coordonnées trichromatiques

Il doit être fait référence à l'IEC 60081, Annexe D: Coordonnées trichromatiques.

Les valeurs des coordonnées trichromatiques des modules de LED peuvent être fonction de l'angle de rayonnement. Les coordonnées trichromatiques spatialement moyennées doivent être utilisées, sauf spécification contraire par le fabricant. Cela peut être accompli par photométrie de sphère ou par d'autres moyens déclarés.

Annexe B (informative)

Informations relatives à la conception du luminaire

B.1 Stabilité de la température

Il convient d'assurer que la température de performance t_p du module de LED n'est pas dépassée.

B.2 Procédure de tri ("binning") des couleurs pour les LED de couleur blanche

Voir l'IEC 62707-1.

B.3 Degré de protection du module de LED

Dans le cas où un module de LED 'intégré' fait partie de l'enceinte du luminaire et où l'on applique une certaine classification IP, alors, la spécification du module de LED doit le refléter. L'évaluation finale est effectuée sur le luminaire.

Il convient que la conception du module de LED par rapport aux caractéristiques de la protection contre la pénétration (IP)¹⁰ soit spécifiée entre le fabricant du module de LED et le fabricant du luminaire de LED.

Il convient qu'un module de LED classé comme "indépendant" soit soumis à l'essai des caractéristiques spécifiées de protection contre la pénétration conformément à l'IEC 60598-1.

Il convient de ne pas soumettre à l'essai séparément les modules de LED classés comme "intégrés".

¹⁰ Ingress protection *en anglais*.

Annexe C (informative)

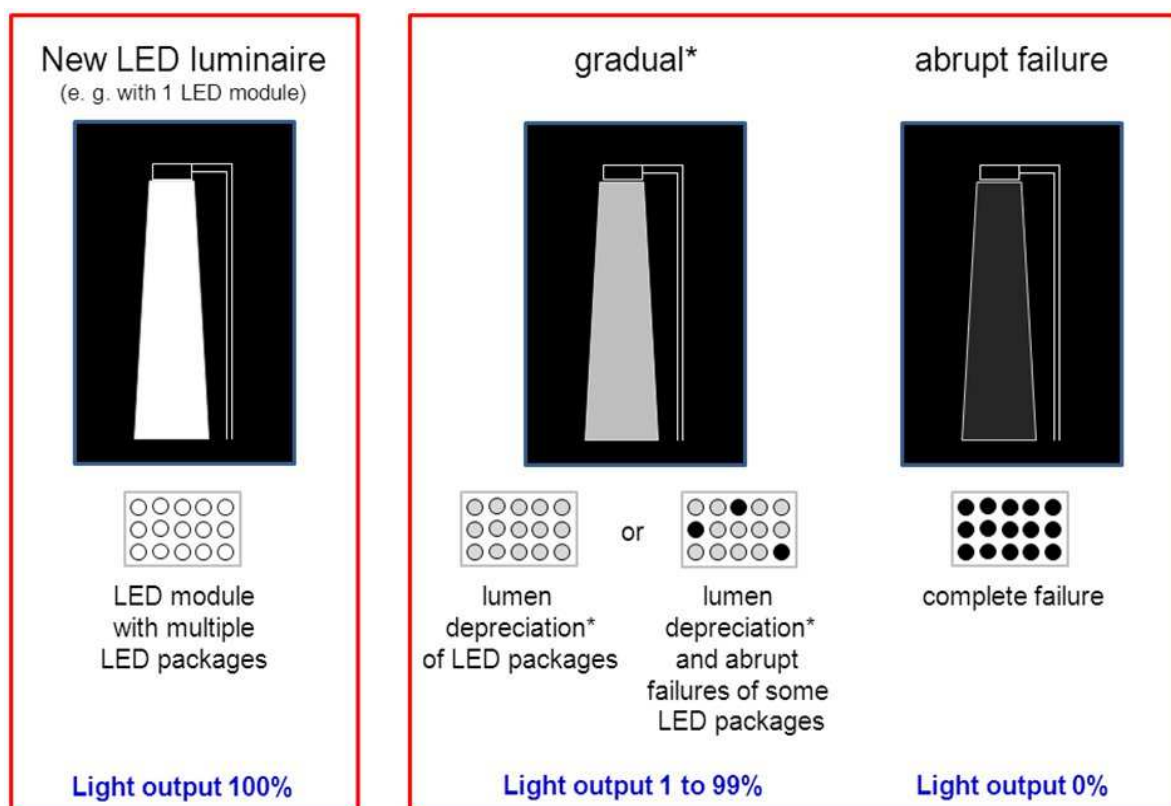
Explication des méthodes de mesure recommandées de durée de vie du produit à LED

C.1 Généralités

La durée de vie d'un module de LED individuel est la période de temps pendant laquelle un module de LED individuel fournit au moins un pourcentage x du flux lumineux initial, dans des conditions d'essai normalisées. La fin de vie d'un module de LED individuel peut être atteinte à la fois par la défaillance paramétrique et la défaillance brusque (modules de LED opérationnels et non opérationnels).

NOTE Pour une meilleure lisibilité, le terme "produit à LED" utilisé est à considérer comme "produit d'éclairage à base de LED".

Une défaillance brusque d'un module de LED est une défaillance de l'ensemble du module et pas nécessairement une défaillance des LED encapsulées uniques. Une défaillance des LED encapsulées uniques dans un module de LED à plusieurs boîtiers contribue habituellement à une dégradation globale progressive du rendement lumineux normalisé de ce module de LED. Lorsque le rendement lumineux normalisé du module de LED devient inférieur au pourcentage x déclaré, ceci est considéré comme une défaillance paramétrique du module de LED. La Figure C.1 donne une illustration des modes de défaillance progressive et brusque, occasionnant des défaillances paramétriques et brusques, dans un luminaire constitué d'un module de LED individuel.



IEC

* La dépréciation générale du flux lumineux inclut aussi la dégradation des pièces optiques du luminaire à LED; la dépréciation progressive du flux lumineux en deçà de x pourcent conduit à une défaillance paramétrique.

Légende

Anglais	Français
New LED luminaire (e.g with 1 LED module)	Nouveau luminaire à LED (avec par exemple 1 module de LED)
Gradual*	Défaillance progressive
Abrupt failure	Défaillance brusque
LED module with multiple LED packages	Module de LED avec plusieurs LED encapsulées
Lumen depreciation* of LED packages	Dépréciation* du flux lumineux des LED encapsulées
Lumen depreciation* and abrupt failures of some LED packages	Dépréciation* du flux lumineux et défaillances brusques de certains LED encapsulées
Complete failure	Défaillance complète
Light output 100 %	Rendement lumineux normalisé 100 %
Light output 1 à 99 %	Rendement lumineux normalisé 1 % à 99 %
Light output 0 %	Rendement lumineux normalisé 0 %

Figure C.1 – Rendement lumineux au cours de la durée de vie d'un luminaire à base de LED constitué d'un module de LED unique

La durée de vie des produits à LED peut être beaucoup plus longue que celle pouvant être vérifiée par les essais pratiques. Par ailleurs, la diminution du rendement lumineux normalisé diffère selon les fabricants, ce qui ne facilite pas l'application de méthodes générales de prévision. Ainsi, la présente norme a considéré les codes de conservation du flux lumineux qui couvrent la diminution du flux lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1. En raison de cette durée d'essai limitée, la durée de vie déclarée d'un produit à LED ne peut être ni confirmée ni refusée. La méthode de mesure recommandée pour spécifier la durée de vie du produit à LED est expliquée ci-dessous et fournit le contexte pour le critère de réussite/d'échec de l'essai de durée de vie comme indiqué en 10.2.

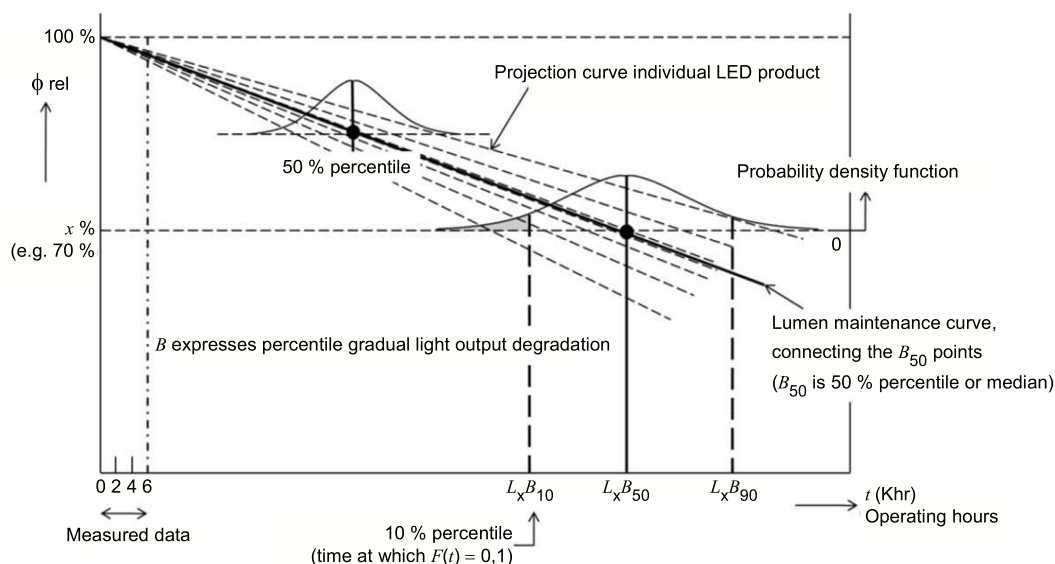
Pour les produits à LED, il est recommandé de spécifier de manière normalisée la conservation du flux lumineux en dehors des défaillances brusques afin de mieux déterminer le comportement du rendement lumineux normalisé.

C.2 Spécification de la durée de vie pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé

La période de temps jusqu'à ce qu'un pourcentage y d'une population de modules de LED opérationnels atteigne une dégradation progressive du rendement lumineux normalisé d'un pourcentage x est appelée durée de vie utile (ou "durée de vie B_y ") et est exprimée généralement comme $L_x B_y$.

Un rendement lumineux normalisé plus faible que le facteur de maintenance du flux lumineux x est appelé défaillance paramétrique parce que le produit génère moins de lumière mais fonctionne toujours. La durée de vie " B_{10} " est l'âge auquel 10 % des produits échouent du point de vue paramétrique. L'âge auquel 50 % des modules de LED échouent du point de vue paramétrique, "durée de vie B_{50} ", est appelé durée de vie utile médiane. La population comprend uniquement les modules de LED opérationnels; les modules de LED non opérationnels sont exclus.

Exemple: $L_x B_y = L_{70} B_{10}$ est entendu comme la période de temps pendant laquelle 10 % (B_{10}) d'une population de modules de LED opérationnels du même type n'ont pas réussi (du point de vue paramétrique) à maintenir 70 % de leur flux lumineux initial.



IEC

Légende

Anglais	Français
x % (e.g. 70 %)	x % (par exemple: 70 %)
50 % percentile	Centile de 50 %
Projection curve individual LED product	Courbe de projection du produit à LED individuel
probability density function	fonction de densité de probabilité
B expresses percentile gradual light output degradation	B exprime le centile de la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé
Lumen maintenance curve connecting the B_{50} points (B_{50} is 50 % percentile or median)	Courbe de la conservation du flux lumineux connectant les points B_{50} (B_{50} est le centile ou la médiane de 50 %)
Measured data	Données mesurées
10 % percentile (time at which $F(t) = 0,1$)	Centile de 10 % (temps auquel $F(t) = 0,1$)
Operating hours	Heures de fonctionnement

Figure C.2 – Spécification de la durée de vie pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé

La forme de la fonction de densité de probabilité (pdf, *probability density function*) et la forme de la courbe de projection de la Figure C.2 sont données seulement à titre indicatif. La fonction de densité de probabilité peut être Weibull, log-normale, exponentielle ou normale en fonction des données de mesure et de la méthode de projection choisie.

La fonction de défaillance $F(t)$ ou la fonction de distribution cumulative ($CDF(t)$) (*cumulative distribution function*), est le centile de défaillance en fonction du temps. Cela est mathématiquement exprimé comme suit:

$$F(t) = CDF(t) = \int_0^t pdf(t) dt$$

Par définition $F(t=\infty)$ est 1 (100 %). En d'autres termes, la surface totale sous la courbe pdf intégrée entre le temps zéro et l'infini est égale à un, ce qui signifie que l'ensemble de la population a finalement échoué.

Explication de B :

Exemple: Considérons un facteur de maintenance du flux lumineux x de 70 %, 10 % de la population a échoué au temps $L_{70}B_{10}$ indiqué par la zone grise de la Figure C.2, mathématiquement exprimée comme suit:

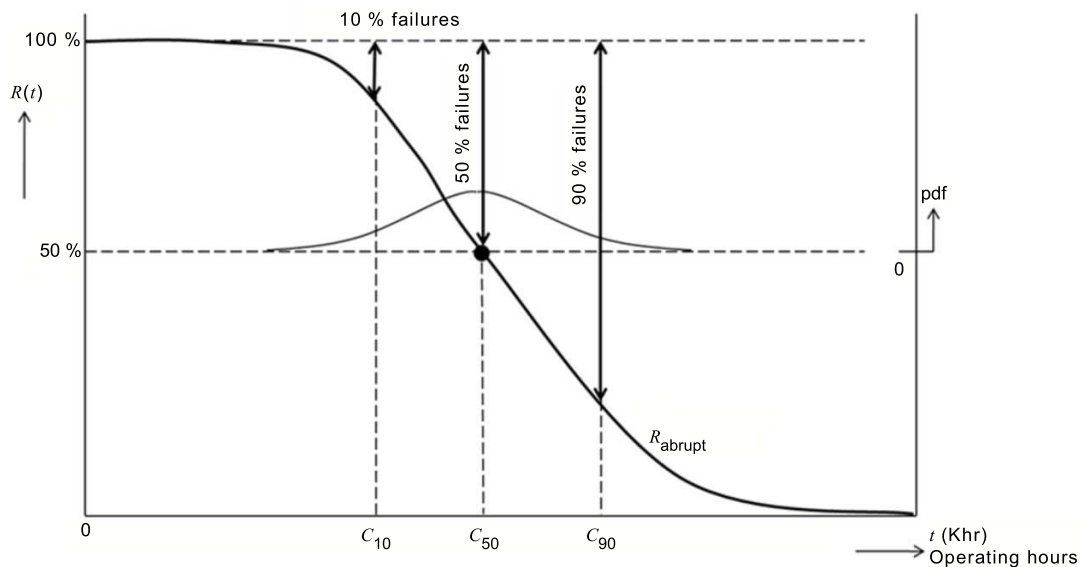
$$F(L_{70}B_{10}) = CDF(L_{70}B_{10}) = \int_0^{L_{70}B_{10}} pdf_{70}(t)dt = 0,1 \rightarrow 10\%$$

La fonction de fiabilité est égale à: $R(t) = 1 - F(t)$, exprimant la fiabilité.

C.3 Spécification de la durée de vie pour la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé

La période de temps jusqu'à ce qu'un pourcentage y d'une population de modules de LED atteigne une dégradation brusque du rendement lumineux normalisé d'un pourcentage y est appelée temps jusqu'à la défaillance brusque et exprimée comme C_y . Le temps jusqu'à la défaillance brusque (ou "durée de vie C ") exprime l'âge auquel un pourcentage donné, y , de modules de LED a échoué de façon brusque. Voir Figure C.3.

Exemple: C_{10} est entendu comme la période de temps au cours de laquelle 10 % de la population de modules de LED initialement opérationnels du même type échouent à produire un flux lumineux.



IEC

Légende

Anglais	Français
10 % failures	10 % de défaillances
50 % failures	50 % de défaillances
90 % failures	90 % de défaillances
R_{abrupt}	$R_{brusque}$
t (khr)-- Operating hours	t (kh)-- heures de fonctionnement

Figure C.3 – Courbe de fiabilité $R_{brusque}$ pour la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé

C.4 Dégradation progressive et brusque combinée du rendement lumineux normalisé

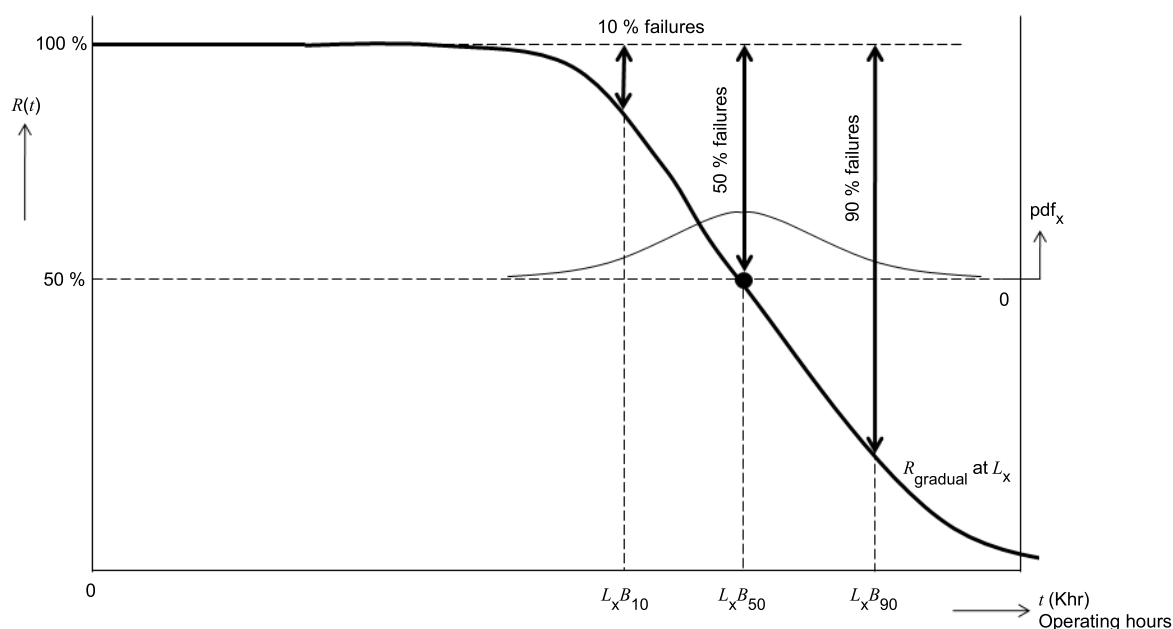
La période de temps jusqu'à ce qu'un pourcentage y d'une population de lampes à LED atteigne une dégradation progressive et brusque combinée du rendement lumineux normalisé (ce qui signifie que les lampes à LED ont soit connu une défaillance paramétrique, ne produisant plus au moins x % de leur flux lumineux initial, soit une défaillance brusque) est définie comme la durée de vie de la lampe à LED (ou "durée de vie F_y ") et exprimée comme $M_x F_y$.

Par exemple: $M_x F_y = M_{70} F_{10}$ est entendu comme la période de temps au cours de laquelle 10 % (F_{10}) d'une population de lampes à LED du même type ont échoué par des modes de défaillance soit paramétriques soit brusques (produisant moins de 70 % de leur flux lumineux initial ou aucun flux lumineux).

La "durée de vie F_{50} " est définie comme la durée de vie médiane de la lampe à LED et dénommée M_x .

La dégradation progressive et brusque combinée du rendement lumineux normalisé peut être construite à partir des deux spécifications ci-dessus par le biais des courbes de fiabilité en trois étapes.

Étape 1: Courbe de fiabilité pour les défaillances paramétriques dues à la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé (voir Figure C.4).



IEC

Légende

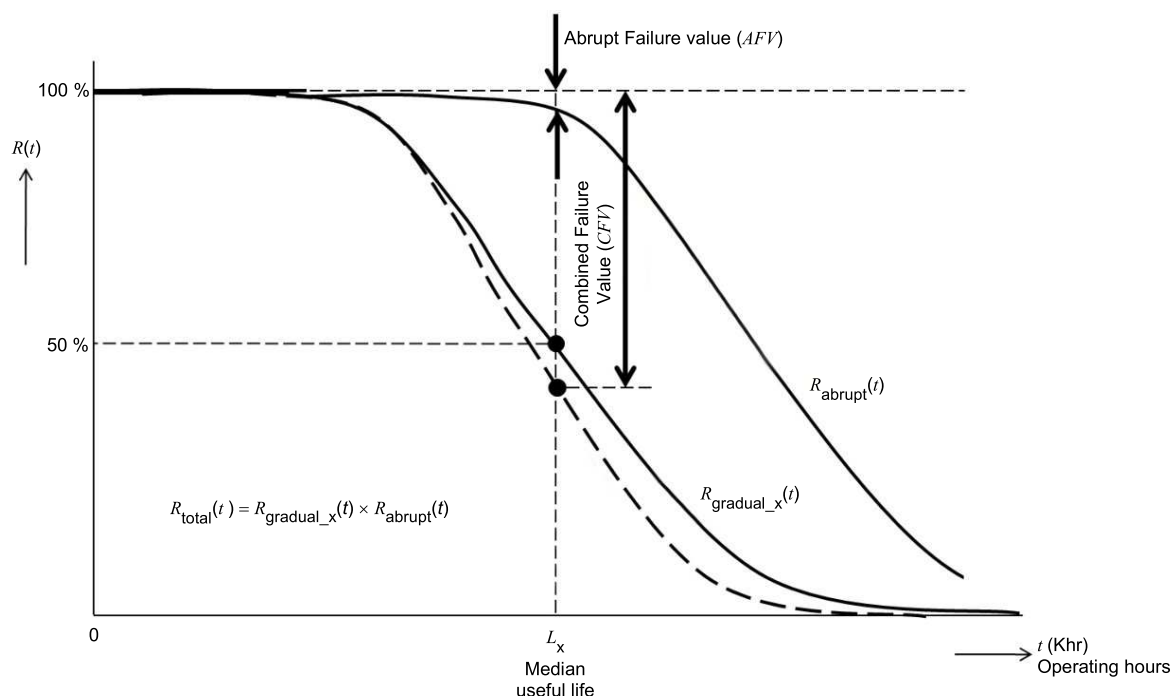
Anglais	Français
10 % failures	10 % de défaillances
50 % failures	50 % de défaillances
90 % failures	90 % de défaillances
R_{gradual}	$R_{\text{progressive}}$
Time (Khr) -- Operating hours	Temps (kh) -- heures de fonctionnement

Figure C.4 – Courbe de fiabilité $R_{\text{progressive}}$ pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé

Étape 2: Courbe de fiabilité pour la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé (voir Figure C.3).

La courbe de fiabilité de la Figure C.3 exprime aussi la survie des produits à LED.

Étape 3: Courbe de fiabilité pour la dégradation combinée (voir Figure C.5).



IEC

Légende

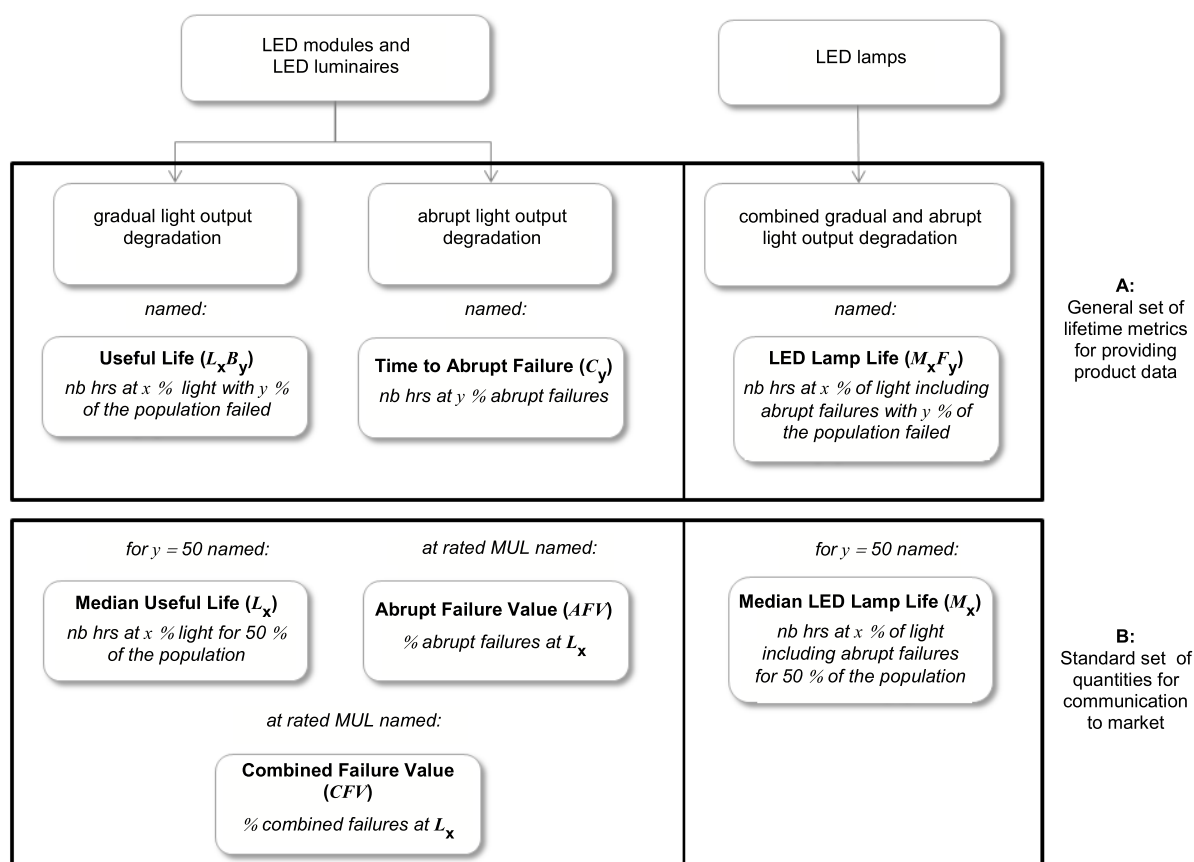
Anglais	Français
Abrupt Failure Value (AFV)	Valeur de défaillance brusque (AFV)
Combined Failure Value (CFV)	Valeur de défaillance combinée (CFV)
$R_{total}(t) = R_{gradual_x}(t) \times R_{abrupt}(t)$	$R_{total}(t) = R_{progressive}(t) \times R_{brusque}(t)$
$R_{gradual_x}(t)$	$R_{progressive_x}(t)$
R_{abrupt}	$R_{brusque}$
Median useful life	Durée de vie utile médiane
t (Khr) -- Operating hours	t (kh) -- heures de fonctionnement

Figure C.5 – Dégradation combinée $R_{progressive}$ et $R_{brusque}$

C.5 Vue d'ensemble des méthodes de mesure de durée de vie des LED et des groupes de produits d'éclairage associés

Différentes méthodes de mesure de durée de vie relatives aux produits d'éclairage sont utilisées dans l'industrie pour communiquer avec une variété d'utilisateurs finaux. Pour les personnes ordinaires utilisant des lampes à LED, il suffit de déterminer la durée de vie médiane sur la base de critères de défaillances combinées, dont les défaillances brusque et paramétrique. Les clients professionnellement formés dans le marché de l'éclairage peuvent avoir besoin de la durée de vie prévue en fonction de la défaillance, à la fois brusque et paramétrique (de conservation du flux lumineux), séparément pour leurs produits d'éclairage. Avec les valeurs de ces fonctions de défaillance, ils peuvent effectuer des calculs pour les installations d'éclairage, y compris les estimations du cycle de conservation.

La Figure C.6 donne une vue d'ensemble des différentes méthodes de mesure de durée de vie, expliquées dans la présente annexe ainsi que des produits associés. Le cadre supérieur A représente les grandeurs des fonctions de défaillance qui présentent un plus grand intérêt pour les professionnels tandis que le cadre inférieur B donne les grandeurs simples pour la communication générale sur le marché.



IEC

Légende

Anglais	Français
LED modules & LED luminaires	Modules de LED et luminaires à LED
LED lamps	Lampes à LED
Gradual light output degradation	Dégradation progressive du rendement lumineux normalisé
Abrupt light output degradation	Dégradation brusque du rendement lumineux normalisé
Combined gradual & abrupt light output degradation	Dégradation progressive et brusque combinée du rendement lumineux normalisé
named	Désigné
Useful life ($L_x B_y$) nb hrs at x % light with y % of the population failed	Durée de vie utile ($L_x B_y$) nb h à x % de lumière avec y % de la population a échoué
Time to abrupt failure (C_y) nb hrs at y % abrupt failures	Temps jusqu'à défaillance brusque (C_y) nb h à y % de défaillances brusques
LED lamp life ($M_x F_y$) nb hrs at x % of light including abrupt failures with y % of the population failed	Durée de vie de la lampe à LED ($M_x F_y$) nb h à x % de lumière y compris les défaillances brusques avec y % de la population a échoué
for $y = 50$ named	pour $y = 50$ de désigné
At rated MUL named	À la valeur assignée de MUL désigné

Anglais	Français
Median Useful life (L_x) nb h at x % light for 50 % of the population	Durée de vie utile médiane (L_x) nb h à x % de lumière pour 50 % de la population
Abrupt failure value (AFV) % abrupt failures at L_x	Valeur de défaillance brusque (AFV) % de défaillances brusques à L_x
Median LED lamp life (M_x) nb hrs at x % of light including abrupt failures for 50 % of the population	Durée de vie médiane de la lampe à LED (M_x) nb hrs à x % de lumière y compris des défaillances brusques pour 50 % de la population
Combined failure value (CFV) % combined failures at L_x	Valeur de défaillance combinée (CFV) % de défaillances combinées à L_x
A: General set of lifetime metrics for providing product data	A: Ensemble général de méthodes de mesure de durée de vie pour fournir des données de produit
B: Standard set of quantities for communication to market	B: Ensemble normalisé de grandeurs pour la communication sur le marché

Figure C.6 – Vue d'ensemble des méthodes de mesure de durée de vie des LED

C.6 Exemple de valeurs de mesure de durée de vie

L'introduction de la durée de vie utile médiane L_x (voir 3.7) avec la valeur de défaillance brusque (voir 3.9) et la durée de vie médiane de la lampe à LED (voir 3.13), fournit un ensemble complet de définitions pour communiquer des spécifications liées à la durée de vie des produits à LED.

Lors de la spécification de différentes valeurs, se reporter aux Tableaux C.1, C.2 et C.3 ci-dessous pour des exemples de valeurs. Les LED encapsulées individuels ou puces LED à l'intérieur d'un produit à LED ne sont pas traités.

Dans de nombreux produits à LED, les valeurs de mesure de durée de vie sont intimement liées. Au fur et à mesure que les caractéristiques assignées du facteur de maintenance du flux lumineux augmentent, les valeurs de durée de vie assignée et d' AFV ont généralement tendance à diminuer (voir le Tableau C.4).

NOTE Les modules de LED avec un rendement lumineux constant sont à l'étude.

Tableau C.1 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie pour les caractéristiques assignées du facteur de maintenance du flux lumineux

nombre en %

L_x			
x	70	80	90

Tableau C.2 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie pour la défaillance brusque

nombre en %

AFV		
3	5	10

Tableau C.3 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie de x pour la durée de vie médiane de la lampe à LED (défaillances combinées)

nombre en %

M_x			
x	70	80	90

Tableau C.4 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie

x (%)	70	80	90
Durée de vie assignée, L_x (h)	30 000	20 000	10 000
AFV (%)	3	2	1,5

Annexe D (normative)

Explication du code photométrique

Exemple de code photométrique comme 830/359, dont la signification est la suivante:

8	3	0	/	3	5	9
---	---	---	---	---	---	---

- **CRI** initial de 87, par exemple
- **CCT** initiale de 3 000 K
- étalement **initial** de **coordonnées trichromatiques** dans une ellipse de MacAdam de niveau 3
- étalement **maintenu** de **coordonnées trichromatiques** à 25 % de la durée de vie assignée (avec une durée maximale de 6 000 h) dans une ellipse de MacAdam de niveau 5
- code de conservation du flux lumineux à 25 % de la durée de vie assignée (avec une durée maximale de 6 000 h), dans cet exemple: ≥ 90 % de la valeur 0 h.

La valeur du rendu des couleurs est exprimée par une valeur qui est obtenue en utilisant les intervalles:

CRI = 70 à 79 → code "7"

CRI = 80 à 89 → code "8"

CRI = 90 à ≥ 90 → code "9"

La valeur la plus élevée est 9.

NOTE Au Japon, les exigences relatives à la classification et l'indication des couleurs sont spécifiées dans la JIS Z 9112.

Annexe E (normative)

Mesurage du facteur de déphasage

E.1 Généralités

L'angle de déphasage (φ_1) du facteur de déphasage ($\cos(\varphi_1)$) de 7.2 doit être mesuré conformément à la définition de E.2 et aux exigences de mesure de E.3.

E.2 Définition de l'angle de déphasage

L'angle de déphasage φ_1 entre le courant harmonique fondamental (I_1) et la tension secteur (U_{mains}) est déterminé comme décrit dans la Figure E.1 et la Figure E.2:

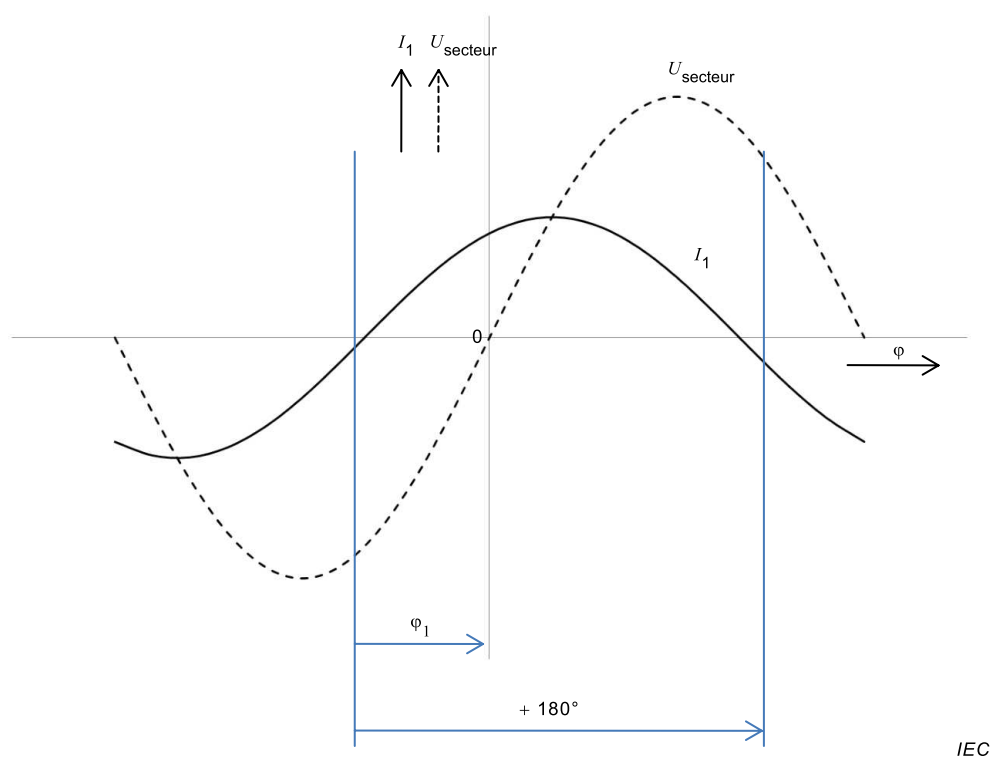
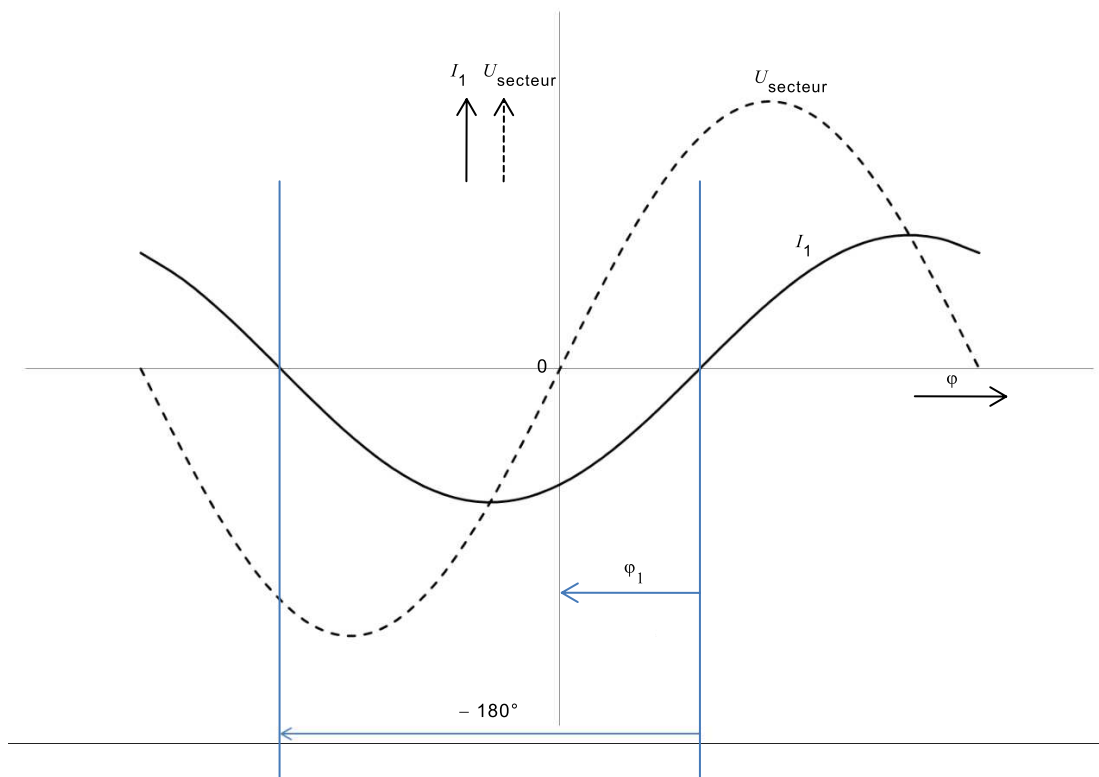


Figure E.1 – Définition de l'angle de déphasage du courant fondamental φ_1
(I_1 est en avance par rapport à U_{mains} , $\varphi_1 > 0$)



IEC

Figure E.2 – Définition de l'angle de déphasage du courant fondamental φ_1
(I_1 est en retard par rapport à U_{mains} , $\varphi_1 < 0$)

E.3 Exigences relatives aux mesurages

E.3.1 Circuit de mesure et source d'alimentation

Le circuit de mesure et la source d'alimentation sont définis dans l'Annexe A de l'IEC 61000-3-2:2005.

E.3.2 Exigences relatives aux appareils de mesure

Les exigences relatives aux appareils de mesure sont définies dans l'IEC 61000-4-7.

E.3.3 Conditions d'essai

Les conditions d'essai pour les mesurages du déphasage / de l'angle de phase associés à certains types d'équipements sont données dans l'article suivant: Voir le C.5 de l'IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009.

NOTE Les conditions d'essai pour les sources lumineuses des LED dans l'IEC 61000-3-2:2005, C.5 sont à l'étude.

Annexe F (informative)

Explication du facteur de déphasage

F.1 Généralités

La méthode de mesure du facteur de puissance (λ) est une méthode de mesure composite et elle est constituée des méthodes de mesure primaires: facteur de déphasage ($\kappa_{\text{déphasage}}$) et facteur de distorsion ($\kappa_{\text{distorsion}}$).

La relation entre la méthode de mesure composite λ et ses méthodes de mesure primaires $\kappa_{\text{déphasage}}$ et $\kappa_{\text{distorsion}}$ est comme suit:

$$\lambda = \kappa_{\text{déphasage}} \cdot \kappa_{\text{distorsion}}$$

avec

$$\kappa_{\text{déphasage}} = \cos \varphi_1$$

et

$$\kappa_{\text{distorsion}} = \frac{1}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

d'où

$$\lambda = \frac{\cos \varphi_1}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

L'angle φ_1 est l'angle de déphasage entre la composante fondamentale de la tension d'alimentation et la composante fondamentale du courant secteur. Le taux de distorsion harmonique totale (THD , Total Harmonic Distortion) est quantifié par les harmoniques du courant secteur, conformément à l'IEC 61000-3-2. La relation entre les harmoniques individuels du courant secteur et le THD_i est dans l'équation ci-dessous:

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

où

I_n est l'amplitude du $n^{\text{ième}}$ harmonique du courant secteur.

F.2 Valeurs recommandées pour le facteur de déphasage

Aucun effet négatif sur le réseau électrique n'est à prévoir à partir des modules de LED intégrés (Type 1) s'ils se conforment à la recommandation comme dans le Tableau F.1.

Tableau F.1 – Valeurs recommandées pour le facteur de déphasage

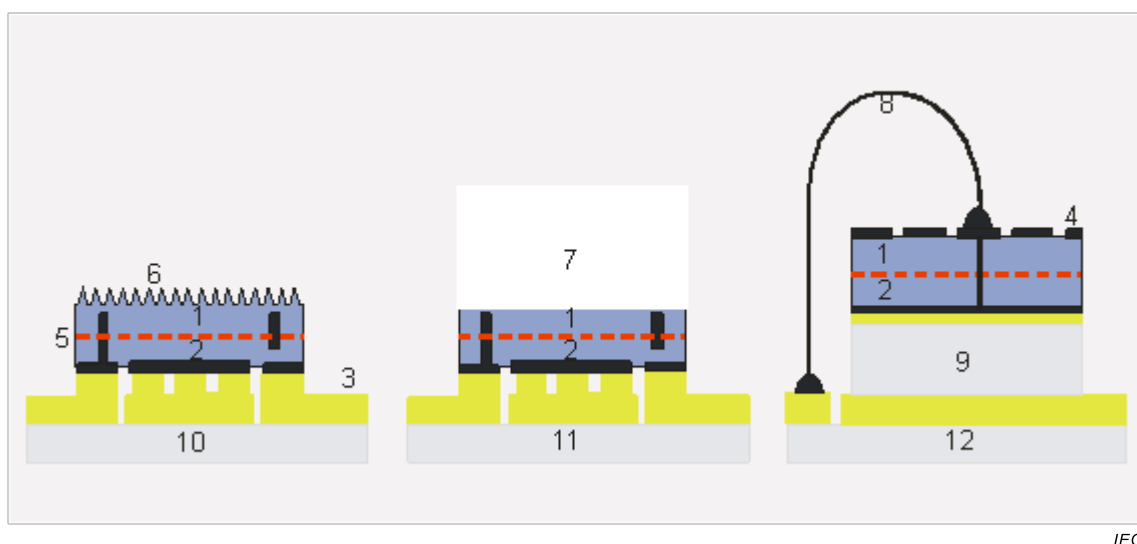
Méthode de mesure	$P \leq 2 \text{ W}$	$2 \text{ W} < P \leq 5 \text{ W}$	$5 \text{ W} < P \leq 25 \text{ W}$	$P > 25 \text{ W}$
$\kappa_{\text{déphasage}} (\cos \varphi_1)$	Pas de limite	$\geq 0,4$	$\geq 0,7$	$\geq 0,9$
Les valeurs sont des exemples pratiques et présentent des lignes directrices.				

Annexe G (informative)

Exemples de puces LED et de LED encapsulées

G.1 Puce LED

Des exemples schématiques des puces LED sont donnés dans la Figure G.1.



IEC

Légende

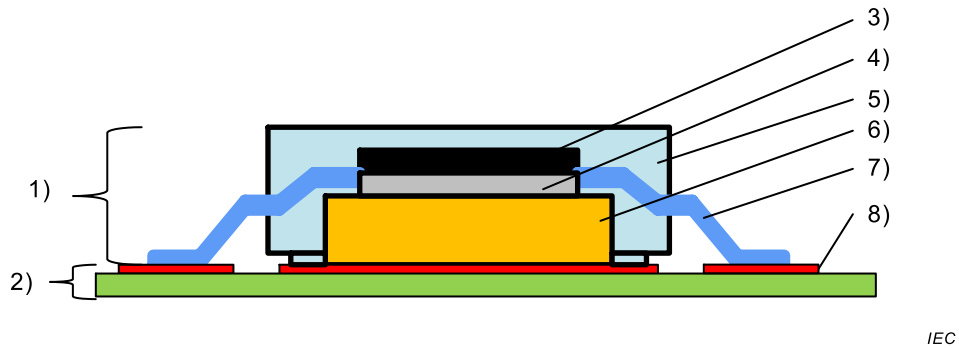
1 GaN de type n	5 région active MQW (Multi Quantum Well (puits quantiques multiples))	9 substrat/embase intermédiaire conducteur
2 GaN de type p	6 GaN de type n rendu rugueux	10 embase/boîtier
3 contacts métalliques anode/cathode	7 saphir	11 embase/boîtier
4 contact à motifs de type n	8 liaison filaire	12 boîtier

a) LED à puce retournée ("flip-chip") en couche mince b) LED à puce retournée ("flip-chip") c) LED à puce en couche mince verticale

Figure G.1 – Dessins schématiques de puces LED

G.2 LED encapsulées

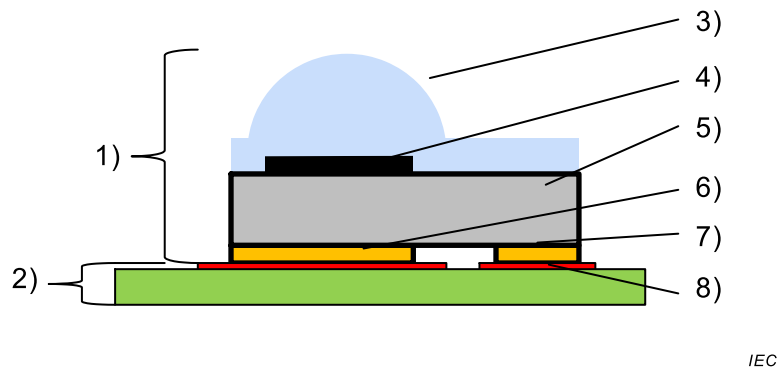
Des exemples schématiques des LED encapsulées sont donnés dans la Figure G.2.



Légende

- | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------|
| 1) | LED encapsulée | 5) | mélange à mouler |
| 2) | carte de circuit imprimé (PCB) | 6) | dissipateur thermique |
| 3) | puce LED | 7) | Fils |
| 4) | fixation de la puce | 8) | pistes de cuivre |

a) LED encapsulée montée en surface avec fils conducteurs



Légende

- | | | | |
|----|--------------------------------|----|---------------------------|
| 1) | LED encapsulée | 5) | substrat en céramique |
| 2) | carte de circuit imprimé (PCB) | 6) | secteur d'écran thermique |
| 3) | lentilles en silicone | 7) | contact électrique |
| 4) | puce LED | 8) | pistes de cuivre |

b) LED encapsulée montée en surface sans fils conducteurs

Figure G.2 – Dessins schématiques de LED encapsulées

Annexe H (informative)

Équipement d'essai pour le mesurage de la température

H.1 Généralités

Les recommandations suivantes se rapportent aux méthodes de réalisation des mesurages de la température sur les modules de LED dans une enceinte fermée aux courants d'air. Elles sont dérivées de l'IEC 60598-1, Annexe K, où les méthodes de mesure ont démontrés qu'elles étaient particulièrement adaptées aux modules de LED; d'autres méthodes peuvent être utilisées, s'il est établi qu'elles sont au moins d'une précision et d'une exactitude égales.

H.2 Réglage et procédure

Il est recommandé de disposer d'un système de mesure capable d'atteindre une incertitude de mesure de $\pm 2,5$ °C.

Les températures des matériaux solides sont généralement mesurées au moyen de thermocouples. La tension de sortie est lue par un dispositif à haute impédance tel qu'un potentiomètre. Avec un instrument à lecture directe, il est important de vérifier que son impédance d'entrée est adaptée à l'impédance du thermocouple. Les indicateurs de température de type chimique ne sont à présent appropriés que pour des vérifications sommaires de mesure.

Il convient que les fils du thermocouple soient de faible conductivité thermique. Un thermocouple approprié est constitué de 80/20 de nickel-chrome associé à 40/60 de nickel-cuivre (ou à 40/60 de nickel-aluminium). Chacun des deux fils (généralement en forme de bande ou à section circulaire) est suffisamment fin pour passer à travers un trou de 0,3 mm. Toutes les parties d'extrémité des fils susceptibles d'être exposés au rayonnement ont un fini métallique à haute réflectance. L'isolation de chaque fil est de température et de tension *assignée* appropriées; elle est également fine, mais robuste.

Les thermocouples sont fixés sur le point de mesure dans des conditions thermiques de perturbation minimale et par un contact thermique de faible résistance.

Les méthodes suivantes ont été jugées utiles pour fixer les jonctions des thermocouples aux points de mesure. Il convient de choisir les solutions par adhésif adéquates en fonction de la spécification du module de LED (en particulier en ce qui concerne la densité de puissance au point de mesure).

- a) Soudure sur une surface métallique (avec une quantité minimale de soudure) (il convient d'éviter la soudure sous les parties conductrices).
- b) Par un adhésif (quantité minimale exigée). Il convient que l'adhésif ne sépare pas le thermocouple du point de mesure. Il convient qu'un adhésif utilisé avec un matériau translucide soit aussi translucide que possible. Un adhésif approprié au verre est formé d'une portion de silicate de sodium et de deux portions de sulfate de calcium, avec un milieu d'eau.

Sur des pièces non métalliques, les derniers 20 mm du thermocouple sont attachés à la surface pour compenser le flux de chaleur à partir du point de mesure.

La température ambiante moyenne dans l'enceinte fermée aux courants d'air est considérée comme étant la température de l'air à une position proche de l'une des parois perforées sur un niveau avec le centre du module de LED. La température est généralement mesurée par un thermocouple soudé à une masse métallique d'environ 30 g, protégée contre le rayonnement par un cylindre à double paroi en métal poli ouvert vers le haut et le bas.

Annexe I (normative)

Utilisation de l'IES LM-80 relative à la conservation du flux lumineux, indice de rendu des couleurs et données de coordonnées trichromatiques maintenues

I.1 Généralités

Conformément à 9.1 (coordonnées trichromatiques), 9.3 (IRC) et 10.2 (conservation du flux lumineux, flux lumineux), les valeurs initiales et maintenues relatives au module de LED sont mesurées. Afin de réduire la durée d'essai pour l'obtention des valeurs maintenues (à 25 % de la durée de vie assignée, maximum 6 000 h), les données issues de l'IES LM-80 doivent être utilisées dans la mesure où les conditions figurant dans l'Article I.2 et les critères de conformité de l'Article I.3 sont remplis.

Si, ni le module de LED ni la LED encapsulée n'a été soumis à l'essai conformément à l'IES LM-80, alors la durée complète d'essai doit être accomplie selon la présente Norme internationale.

I.2 Critères relatifs à l'utilisation de l'IES LM-80

I.2.1 Données de LED encapsulées utilisées pour les modules de LED

Si les données issues d'un rapport d'essai IES LM-80 appliqué à une LED encapsulée sont disponibles, les conditions d'essais en 6.1 sont applicables aux modules de LED avec une durée d'essai de 1 000 h.

Pour les critères de conformité après les essais pendant 1 000 h, se reporter à l'Article I.3.

I.2.2 Module de LED avec données de l'IES LM-80

Si le module de LED a été soumis à essai conformément à l'IES LM-80 y compris à l'IRC, la durée d'essai figurant dans 6.1 peut être évitée.

Les données relatives à la chromaticité, l'IRC et la conservation du flux lumineux à 25 % de la durée de vie assignée, max. 6 000 h issues du rapport d'essai IES LM-80, doivent être prises en compte et utilisées pour remplir les exigences des valeurs maintenues de 9.1, 9.3 et 10.2 respectivement.

I.2.3 Conditions limites

I.2.3.1 Généralités

La combinaison du courant d'entrée efficace maximal choisi et de la température maximale de soudure figurant dans le rapport IES LM-80 doit représenter l'état le plus défavorable du module de LED.

I.2.3.2 Température

Toutes les données de performance indiquées dans la présente norme sont liées à la température de référence $t_{p, rated}$ sur le module de LED. $t_{p, rated}$ est mesurée au point t_p , à l'emplacement de référence sur le module de LED, défini par le fabricant.

Tandis que le module de LED fonctionne à sa propre valeur de $t_{p, rated}$, la température de la LED encapsulée, T_s , telle que définie par l'IES LM-80 doit être mesurée. La valeur mesurée la

plus élevée T_s , à l'intérieur du module de LED, ne doit pas dépasser la température limite T_s issue du rapport IES LM-80.

Dans le cas d'une famille de modules de LED conformément au Tableau 4, la mesure de la température T_s doit être réalisée avec la configuration de module de LED qui donne lieu à la température T_s la plus élevée.

I.2.3.3 Courant d'entrée de la LED encapsulée

Le courant d'entrée efficace maximal de la LED encapsulée dans le module de LED ne doit pas dépasser le courant d'entrée efficace qui a été noté lors de l'essai dans le cadre de l'essai selon l'IES LM-80.

Lorsque l'IES LM-80 est utilisée pour l'obtention de la conservation du flux lumineux et des données des coordonnées trichromatiques maintenues, tout circuit de commande d'appareillage pour la compensation automatique de la dégradation avec le temps du flux lumineux doit être désactivé.

I.3 Critères de conformité

I.3.1 Coordonnées trichromatiques

Les modules de LED évalués d'après 9.1 avec une durée d'essai maintenue conformément à I.2.1 doivent correspondre à la Catégorie de variation de couleurs initiale déclarée par le fabricant ou le fournisseur responsable selon le Tableau 5.

I.3.2 Indice de rendu des couleurs (IRC)

Les modules de LED évalués d'après 9.3 avec une durée d'essai maintenue conformément à I.2.1 doivent correspondre à la valeur IRC déclarée par le fabricant ou le fournisseur responsable selon le Tableau 1, diminuée d'au plus 3 points.

I.3.3 Facteur de conservation du flux lumineux

Les modules de LED évalués d'après 10.2 avec une durée d'essai maintenue conformément à I.2.1 doivent correspondre au code de conservation du flux lumineux déclaré par le fabricant ou le fournisseur responsable selon le Tableau 6.

Bibliographie

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

IEC 62384, *Appareillages électroniques alimentés en courant continu ou alternatif pour modules de DEL – Exigences de performances*

IEC 62612:2013, *Lampes à LED autoballastées pour l'éclairage général avec des tensions d'alimentation > 50 V – Exigences de performances*

IEC 62707-1, *Tri des LED – Partie 1: Exigences générales et matrice de couleur blanche*

IEC 62722-1¹¹, *Performance des luminaires – Part 1: Exigences générales*

IEC PAS 62722-2-1, *Luminaire performance – Part 2-1: Particular requirements for LED luminaires* (disponible en anglais seulement)

CISPR 15:2005¹², *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électriques d'éclairage et les appareils analogues*

CIE 84:1989, *The Measurement of Luminous Flux* (disponible en anglais seulement)

IES LM-79-08, *Electrical and photometric measurements of solid state lighting products* (disponible en anglais seulement)

JIS C 8105-5:2010, *LED modules for general lighting service – Performance requirements* (disponible en anglais seulement)

JIS Z 9112:2012, *Classification of fluorescent lamps and solid state lighting products by chromaticity and colour rendering property* (disponible en anglais seulement)

Journal of the Optical Society of America, 1943 (disponible en anglais seulement)

¹¹ À publier.

¹² Septième édition. Cette édition a été remplacée en 2013 par la CISPR 15:2013, *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électriques d'éclairage et les appareils analogues*.

FINAL VERSION

VERSION FINALE



LED modules for general lighting – Performance requirements

Modules de LED pour éclairage général – Exigences de performance

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
1.1 General.....	9
1.2 Statement	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
4 Marking	14
4.1 Mandatory marking	14
4.2 Additional marking	15
5 Dimensions.....	16
6 Test conditions	16
6.1 General test conditions	16
6.2 Creation of module families to reduce test effort	17
6.2.1 General	17
6.2.2 Variations within a family	17
6.2.3 Compliance testing of family members.....	18
7 Electrical LED module input.....	19
7.1 LED module power.....	19
7.2 Displacement factor (u.c.)	19
8 Light output	19
8.1 Luminous flux	19
8.2 Luminous intensity distribution, peak intensity and beam angle.....	19
8.2.1 General	19
8.2.2 Measurement.....	19
8.2.3 Luminous intensity distribution.....	20
8.2.4 Peak intensity value.....	20
8.2.5 Beam angle value	20
8.3 Luminous efficacy	20
9 Chromaticity coordinates, correlated colour temperature (CCT) and colour rendering.....	20
9.1 Chromaticity coordinates.....	20
9.2 Correlated colour temperature (CCT)	21
9.3 Colour rendering index (CRI)	21
10 LED module life	22
10.1 General.....	22
10.2 Lumen maintenance.....	22
10.3 Endurance tests.....	23
10.3.1 General	23
10.3.2 Temperature cycling test	24
10.3.3 Supply switching test	25
10.3.4 Accelerated operation life test	25
11 Verification	26
12 Information for luminaire design.....	26

Annex A (normative) Method of measuring LED module characteristics	27
A.1 General.....	27
A.2 Electrical characteristics	28
A.2.1 Test voltage, current or power	28
A.2.2 Ageing	28
A.3 Photometric characteristics	28
A.3.1 Test voltage, current or power	28
A.3.2 Luminous flux	28
A.3.3 Luminous intensity distribution.....	28
A.3.4 Peak intensity.....	29
A.3.5 Beam angle	29
A.3.6 Colour rendering.....	29
A.3.7 Chromaticity coordinate values	29
Annex B (informative) Information for luminaire design	30
B.1 Temperature stability	30
B.2 Binning procedure of white colour LEDs.....	30
B.3 Ingress protection	30
Annex C (informative) Explanation of recommended LED product lifetime metrics.....	31
C.1 General.....	31
C.2 Life time specification for gradual light output degradation	32
C.3 Lifetime specification for abrupt light output degradation.....	33
C.4 Combined gradual and abrupt light output degradation	33
C.5 Overview of LED lifetime metrics and related lighting product groups.....	35
C.6 Example lifetime metric values.....	36
Annex D (normative) Explanation of the photometric code	38
Annex E (normative) Measurement of displacement factor	39
E.1 General.....	39
E.2 Phase shift angle definition	39
E.3 Measurements requirements	40
E.3.1 Measurement circuit and supply source	40
E.3.2 Requirements for measurement equipment.....	40
E.3.3 Test conditions	40
Annex F (informative) Explanation of displacement factor	41
F.1 General.....	41
F.2 Recommended values for displacement factor	42
Annex G (informative) Examples of LED dies and LED packages.....	43
G.1 LED die.....	43
G.2 LED package	44
Annex H (informative) Test equipment for temperature measurement	45
H.1 General.....	45
H.2 Set-up and procedure	45
Annex I (normative) Use of IES LM-80 for lumen maintenance, colour rendering index and maintained chromaticity coordinates data	46
I.1 General.....	46
I.2 Criteria for the use of IES LM-80.....	46
I.2.1 LED package data used for LED modules	46
I.2.2 LED module with IES LM-80 data	46
I.2.3 Boundary conditions	46

I.3	Compliance criteria	47
I.3.1	Chromaticity coordinates	47
I.3.2	Colour rendering index (CRI)	47
I.3.3	Lumen maintenance factor.....	47
	Bibliography.....	48
	Figure 1 – Types of LED modules	9
	Figure 2 – Luminous flux depreciation over test time.....	23
	Figure C.1 – Lumen output over life of a LED-based luminaire comprised of a single LED module	31
	Figure C.2 – Life time specification for gradual light output degradation.....	32
	Figure C.3 – Reliability curve R_{abrupt} for abrupt light output degradation	33
	Figure C.4 – Reliability curve R_{gradual} for gradual light output degradation	34
	Figure C.5 – Combined R_{gradual} and R_{abrupt} degradation	35
	Figure C.6 – Overview of LED lifetime metrics	36
	Figure E.1 – Definition of the fundamental current phase shift angle ϕ_1 (I_1 leads U_{mains} , $\phi_1 > 0$)	39
	Figure E.2 – Definition of the fundamental current phase shift angle ϕ_1 (I_1 lags U_{mains} , $\phi_1 < 0$)	40
	Figure G.1 – Schematic drawings of LED dies	43
	Figure G.2 – Schematic drawings of LED packages	44
	Table 1 – Mandatory marking and location of marking ¹	15
	Table 2 – LED module life time information.....	16
	Table 3 – Optional marking and location of marking	16
	Table 4 – Allowed variations within a family	18
	Table 5 – Tolerance (categories) on rated chromaticity coordinate values.....	21
	Table 6 – Lumen maintenance code at an operational time as stated in 6.1	22
	Table 7 – Sample sizes.....	26
	Table C.1 – Example lifetime metric values for lumen maintenance factor ratings	36
	numbers in %.....	36
	Table C.2 – Example lifetime metric values for abrupt failure	37
	numbers in %.....	37
	Table C.3 – Example lifetime metric values of x for median LED lamp life (combined failures)	37
	numbers in %.....	37
	Table C.4 – Example lifetime metric values.....	37
	Table F.1 – Recommended values for displacement factor.....	42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LED MODULES FOR GENERAL LIGHTING – PERFORMANCE REQUIREMENTS

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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 62717 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2014-12) [documents 34A/1796/FDIS and 34A/1817/RVD] and its amendment 1 (2015-09) [documents 34A/1853/FDIS and 34A/1870/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 62717 has been prepared by subcommittee 34A: Lamps, of IEC technical committee 34: Lamps and related equipment.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC PAS 62717.

- all terms and definitions are aligned with IEC 62504 and relevant documents of CIE. For example, general terms like “rated value” are shifted to IEC 62504.
- a statement on the applicability on a population is included.
- the normative references are completed and cleaned from standards that are not in use.
- with regard to EMC, references to harmonic currents are given.
- the change, which has an effect on most parts of the standard, is the split of failure mechanisms into abrupt failures and luminous flux depreciation. Consequently, new terms and definitions, new requirements for lumen maintenance and a complete new structure and contents of Annex C are introduced.
- transition from t_{pmax} to t_{prated} is made, with the background that there is not one t_{pmax} , but a choice of $t_p(rated)$ values, in combination with lifetime.
- places where to mark (product, packaging, data sheets) are changed, and as a consequence of the split of failure mechanisms, new parameters are listed. Further, changes in the endurance test (ramping speed of temperature) are reflected in marking.
- the concept of displacement factor instead of power factor is introduced. This led to new definitions, requirements and Annexes E and F.
- the requirements on luminous efficacy are changed.
- the requirements, associated with the family concept are reviewed.
- statistics, based on confidence intervals are removed. This concerns requirements and limits for LED module power and luminous flux and deletion of Annex E.
- new requirements for lumen maintenance are introduced.
- as part of the endurance test, the maximum light decrease after accelerated operation life test is now fixed.
- with regard to the discussion on type test and sample size, the number of pieces in a test sample is drastically reduced, see Table 7.
- Annex A on measuring methods is completely restructured and reviewed, for example for ambient temperature and for shortening of stabilisation time when conducting subsequent light output measurements.
- for electrical characteristics, the ageing time may be chosen as 500 h.
- for photometric data file formats, reference is given to IEC 62722-1.
- mistakes in the photometric code (Annex D) are corrected.
- Annex G on optimised test duration is removed; instead, an INF sheet shall be published.
- from the luminaire standard, a new Annex H on “Test equipment for temperature measurement” is taken over.
- finally, the Bibliography is updated.

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

In this standard, the following print types are used:

- requirements: roman type.
- *test specifications: italic type.*
- notes: smaller roman type.

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

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

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

INTRODUCTION

The first edition of a performance standard (precursor: IEC PAS 62717) for LED modules for general lighting applications acknowledges the need for relevant tests for this new source of electrical light, sometimes called “solid state lighting”. The publication is closely related to simultaneously developed performance standard publication (which also started with a Publicly Available Specification) for luminaires in general (IEC 62722-1) and for LED-luminaires (IEC 62722-2-1). Changes in the LED module standard will have an impact on the luminaire standards and vice versa, due to the behaviour of LED. Therefore, in the development of the present standard, a close collaboration between experts of both products has taken place.

The provisions in the standard represent the technical knowledge of experts from the fields of the semiconductor (LED chip) industry and of those of the traditional electrical light sources.

Three types of LED-modules are covered: with integral controlgear, with means of control on board, but with separate controlgear (“semi-ballasted”), and with complete separate controlgear.

LED MODULES FOR GENERAL LIGHTING – PERFORMANCE REQUIREMENTS

1 Scope

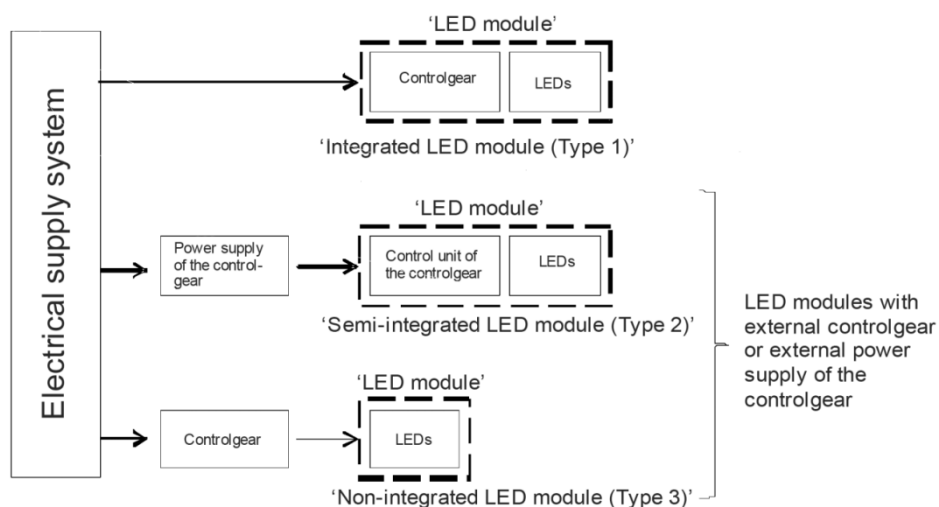
1.1 General

This International Standard specifies the performance requirements for LED modules, together with the test methods and conditions, required to show compliance with this standard. The following types of LED modules are distinguished and schematically shown in Figure 1:

Type 1: integrated LED modules for use on d.c. supplies up to 250 V or on a.c. supplies up to 1 000 V at 50 Hz or 60 Hz.

Type 2: LED modules operating with part of separate controlgear connected to the mains voltage, and having further control means inside (“semi-integrated”) for operation under constant voltage, constant current or constant power.

Type 3: LED modules where the complete controlgear is separate from the module (non-integrated) for operation under constant voltage, constant current or constant power.



IEC

The power supply of the controlgear for semi-ballasted LED modules (Type 2) is an electronic device capable of controlling currents, voltage or power within design limits.

The control unit of the controlgear for semi-ballasted LED modules (Type 2) is an electronic device to control the electrical energy to the LEDs.

A LED module with separate controlgear can be either a non-ballasted LED module or a semi-ballasted LED module.

Figure 1 – Types of LED modules

The requirements of this standard relate only to type testing.

Recommendations for whole product testing or batch testing are under consideration.

This standard covers LED modules, based on inorganic LED technology that produces white light.

Life time of LED modules is in most cases much longer than the practical test times. Consequently, verification of manufacturer's life time claims cannot be made in a sufficiently confident way, because projecting test data further in time is not standardised. For that reason the acceptance or rejection of a manufacturer's life time claim, past an operational time as stated in 6.1, is out of the scope of this standard.

Instead of life time validation this standard has opted for lumen maintenance codes at a defined finite test time. Therefore, the code number does not imply a prediction of achievable life time. The categories, represented by the code, are lumen-depreciation character categories showing behaviour in agreement with manufacturer's information which is provided before the test is started.

In order to validate a life time claim, an extrapolation of test data is needed. A general method of projecting measurement data beyond limited test time is under consideration.

The pass/fail criterion of the life time test as defined in this standard is different from the life time metrics claimed by manufacturers. For explanation of recommended life time metrics, see Annex C.

NOTE When modules are operated in a luminaire, the claimed performance data can deviate from the values established via this standard due to e.g. luminaire components that impact the performance of the LED module.

The separate electronic controlgear for LED modules as mentioned in Type 2 and Type 3 is not part of the testing against the requirements of this standard.

Protection for water and dust ingress, see B.3.

1.2 Statement

It may be expected that integrated LED modules which comply with this standard will start and operate satisfactorily at voltages between 92 % and 106 % of rated supply voltage. LED modules with separate controlgear are expected to start and operate satisfactorily in combination with the specified controlgear complying with IEC 61347-2-13 and IEC 62384. All LED modules are expected to start and operate satisfactorily when operated under the conditions specified by the LED module manufacturer and in a luminaire complying with IEC 60598-1.

The requirements for individuals apply for 95 % of the population.

2 Normative references

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

IEC 60050-845:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 845: Lighting*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-3-5:2001, *Environmental testing – Part 3-5: Supporting documentation and guidance – Confirmation of the performance of temperature chambers*

IEC 60081, *Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications*

IEC 61000-3-2:2005¹, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-2:2005/AMD 1:2008

IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC TR 61341, *Method of measurement of centre beam intensity and beam angle(s) of reflector lamps*

IEC 61347-2-13, *Lamp controlgear – Part 2-13: Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic controlgear for LED modules*

IEC 62031:2008, *LED modules for general lighting – Safety specifications*

IEC 62504, *General lighting – Light emitting diode (LED) products and related equipment – Terms and definitions*

CIE 13.3:1995, *Method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources*

CIE 121:1996, *The photometry and goniophotometry of luminaires*

CIE 177:2007, *Colour rendering of white LED light sources*

IES LM-80, *IES Approved Method: Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62504 and IEC 60050-845, as well as the following apply.

3.1

test voltage, current or power

input voltage, current or power at which tests are carried out

Note 1 to entry: Specification of test voltage, current or power is given in A.2.

3.2

luminous flux maintenance factor

lumen maintenance factor

Unit: %

ratio, expressed as a percentage x , of the luminous flux emitted by the light source at a given time in its life to its initial luminous flux emitted

Note 1 to entry: The lumen maintenance factor of a LED light source includes optical parts degradation, the effect of decrease of the luminous flux output of the LED package and failure(s) of individual LED packages if the LED light source contains more than one LED package.

¹ Third edition. This edition has been replaced in 2014 by IEC 61000-3-2:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*.

3.3

initial value

photometric and electrical characteristics at the end of the ageing period and stabilisation time

[SOURCE: IEC 62612:2013, 3.4, modified — The word 'colorimetric' and the note to entry have been deleted]

3.4

maintained value

photometric and electrical characteristic at an operational time under standard test conditions, including stabilisation time

Note 1 to entry: The test conditions are given in this standard.

3.5

parametric failure

luminous flux

failure of an operating LED module to produce luminous flux higher than or equal to the luminous flux relating to the lumen maintenance factor x

Note 1 to entry: For the purpose of this standard, the LED product is a LED module.

Note 2 to entry: For illustration of gradual failure mode, causing a parametric failure, see Figure C.1.

3.6

abrupt failure

failure of a LED product to operate or to produce luminous flux

Note 1 to entry: For the purpose of this standard, the LED product is a LED module.

Note 2 to entry: The term "complete failure" is commonly used for the same purpose.

Note 3 to entry: For illustration of abrupt failure mode, see Figure C.1.

3.7

median useful life (of LED modules)

life (of LED modules)

L_x

length of time during which 50% (B_{50}) of a population of operating LED modules of the same type have parametrically failed to provide at least percentage x of the initial luminous flux

Note 1 to entry: The median useful life includes operating LED modules only.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-07-61, modified – new definition]

3.8

abrupt failure probability

$F(t)$

probability of an LED module, taken from a population of LED modules of the same type, to fail to operate after a given time, t

Note 1 to entry: $LSF(t) = 1 - F(t)$, LSF is Lamp Survival Factor, [CIE 097 modified].

3.9

abrupt failure value

AFV

percentile of LED modules failing to operate at median useful life, L_x

Note 1 to entry: $AFV = F(L_x) \times 100 \%$; $LSF(L_x) = 1 - F(L_x)$

Note 2 to entry: Example: Given $L_x = 20\,000$ h and $AFV = F(20\,000\text{ h}) \times 100\% = 7\%$ results in $LSF(20\,000\text{ h}) = 1 - 0,07 = 0,93$.

3.10

time to abrupt failure

C_y

length of time during which $y\%$ of a population of initially operating LED modules of the same type fail to produce any luminous flux

Note 1 to entry: The time to abrupt failure includes inoperative LED modules only.

Note 2 to entry: $C_{AFV} = L_x$.

3.11

combined failure value

CFV

percentile of LED modules failing by either parametric or abrupt failure modes at median useful life, L_x

Note 1 to entry: $CFV = 50 + 0,5 \times AFV$

Note 2 to entry: Example: Given $AFV = 15\%$ results in $CFV = 50 + 0,5 \times 15 = 57,5\%$

3.12

combined life (of LED lamps)

$M_x F_y$

length of time during which $y\%$ (F_y) of a population of initially operating LED lamps of the same type failed by either parametric or abrupt failure modes

Note 1 to entry: The combined life (of LED lamps) includes operating and non-operating LED lamps.

3.13

median combined life (of LED lamps)

M_x

length of time during which 50 % (F_{50}) of a population of initially operating LED lamps of the same type have failed by either parametric or abrupt failure modes

Note 1 to entry: The median combined life (of LED lamps) includes operating and non-operating LED lamps.

3.14

photometric code²

colour designation of a LED module giving white light is defined by the Correlated Colour Temperature and the general colour rendering index

Note 1 to entry: The definition of photometric code is given in IEC 62504 as light colour designation.

3.15

t_p -point

the designated location of the point where to measure the performance temperatures t_p and $t_{p\text{ rated}}$ at the surface of the LED module

3.16

t_p temperature

temperature at the t_p -point, related to the performance of the LED module

Note 1 to entry: $t_p \leq t_c$. This is only the case if the location of t_p and t_c is the same. For t_c , see 3.10 of IEC 62031:2008.

Note 2 to entry: For a given life time, the t_p temperature is a fixed value, not a variable.

² Under consideration.

Note 3 to entry: There can be more than one t_p , depending on the lifetime claim.

3.17

recommended maximum LED module operating temperature value

$t_{p \text{ rated}}$

maximum operating temperature to which the rated performance characteristics are declared by the manufacturer or responsible vendor

Note 1 to entry: $t_{p \text{ rated}} \leq t_c$. This is only the case if the location of $t_{p \text{ rated}}$ and t_c is the same. For t_c , see 3.10 of IEC 62031:2008.

3.18

LED die

block of semi-conducting material on which a given functional circuit is fabricated

Note 1 to entry: For a schematic built-up of a LED die, see Figure G.1.

3.19

displacement factor

expressed by $\cos \varphi_1$, where φ_1 is the phase angle between the fundamental of the mains supply voltage and the fundamental of the mains current

3.20

scaleable LED module

LED module which is designed according to a certain design rule and can be expressed by the characteristics proportional to a specific geometrical dimension

Note 1 to entry: e.g. a linear LED module which is designed so that the consumed power per unit length is a constant value. In case of 10 W consumed power, the total luminous flux is 500 lm per 50 cm LED module length. In case of 20 W consumed power, the total luminous flux is 1 000 lm per 100 cm LED module length. LED modules are considered scaleable, if arranged on one reel or similar bigger unit.

3.21

family

group of LED modules that having the same characteristics and method of control (integrated, semi-integrated, non integrated), the groups are distinguished by common features of materials, components, and/or method of processing

4 Marking

4.1 Mandatory marking

Information on the parameters shown in Table 1 shall be provided by the manufacturer or responsible vendor and be located as described.

The information shall be related to the maximum performance operating temperature $t_{p \text{ rated}}$, except for the t_p -point (item j), the dimensions (item n) and the availability of a heat sink (item o).

This information is in addition to the mandatory marking required by IEC 62031.

For scaleable modules, refer to 6.1 and mark the reference dimensions in the leaflet.

Table 1 – Mandatory marking and location of marking ¹

Parameters	LED module	Packaging	LED module datasheets, leaflets or website
a) Rated luminous flux (lm)	–	x ⁵	x
b) Photometric code (See Annex D) ⁴	–	x ⁵	x
c) Rated median useful life (h) and the associated rated lumen maintenance factor (x)	–	-	x
d) Rated abrupt failure value (%)	–	-	x
e) Lumen maintenance code (see Table 6)	–	–	x
f) Categories of rated chromaticity coordinate values both initial and maintained (see Table 5)	–	–	x
g) Correlated colour temperature (K)	–	–	x
h) Rated colour rendering index	-	–	x
i) $t_{p \text{ rated}}$ ³ of LED module (°C)	x ²	–	x
j) t_p -point	x ³	–	x ³
k) Ageing time (h), if different from 0 h	–	–	x
l) Ambient temperature range	–	–	x
m) Rated efficacy (lm/W)	–	–	x
n) Dimensions, including dimensional tolerances	–	–	x
o) Availability of a heat sink	–	–	x
s) Displacement factor	-	-	x
t) Temperature ramping			
1 K/min or	-	-	x
10 K/min	-	-	x
¹ Regional requirements may apply and overrule. ² If the space on the LED module is not large enough, marking on the packaging only is sufficient. ³ In case t_p -point and t_c point are at the same position, then the t_p -point is not marked separately on the LED module, but given in the product datasheet. The marking of t_p -point can optionally be on the product or on the product datasheets/leaflets/websites. ⁴ Under consideration. ⁵ Marking according to a) and b) of Table 1 is not required on the packaging where the product is not delivered in an end-consumer packaging. (x = required, – = not required)			

4.2 Additional marking

For built-in and integral LED modules with or without heat management means, the relations between at least 3 temperatures at the t_p -point including the recommended $t_{p \text{ rated}}$ according to Table 1 and each estimated life time may be provided by the manufacturer or responsible vendor. See Table 2 as an example.

For independent LED modules, the relations between at least 3 ambient temperatures including 25 °C and each estimated life time may be provided by the manufacturer or responsible vendor. See Table 2 as an example.

Table 2 – LED module life time information

t_p temperature (°C) measured at the t_p -point	XX ^a	XX ^a	XX ^a
Rated life time (h)	XX XXX ^a	XX XXX ^a	XX XXX ^a
^a Values to be declared by the LED module manufacturer			

Additional information from the LED module manufacturer to the tabled t_p temperatures and life time is allowed. For the chosen life time, t_p is a fixed value.

NOTE Verification is currently not covered by this standard.

In addition to 4.1, the marking as given in Table 3 may be used.

Table 3 – Optional marking and location of marking

Parameters	LED module	Packaging	LED module datasheets, leaflets or website
a) luminous intensity distribution	–	–	x
b) beam angle	–	–	x
c) peak intensity	–	–	x
(x = required, – = not required)			

5 Dimensions

All measured dimensions of a LED module in a sample shall be within the tolerances as declared by the manufacturer or responsible vendor.

Compliance is checked with suitable means of measurement.

6 Test conditions

6.1 General test conditions

The LED modules for which compliance with this standard is claimed shall comply with the requirements of the safety standard IEC 62031.

For compliance with EMC requirements except harmonics, reference is made to regional requirements. For relevant standards see Bibliography.

It should be regarded that only those types of LED modules are subject to EMC requirements which

- in case of harmonic current are directly connected to the mains and have active elements on board;
- in case of radiated or conducted disturbances are directly connected to the mains (Type 1) or to a battery;
- in case of immunity are directly connected to the mains (Type 1) or to a battery.

Testing duration is 25 % of rated life time up to a maximum of 6 000 h.

Alternatively, test data from IES LM-80 shall be used for the derivation of maintained values at 25 % of rated life, maximum 6 000 h, together with related compliance criteria, as specified in Annex I.

NOTE Additional LED modules within the same family (see 3.21) can be subjected to decreased testing duration. Table 4 gives details regarding family identification while Table 7 gives details on sample sizes for family testing.

Test conditions for testing electrical and photometric characteristics, lumen maintenance and life are given in Annex A.

All tests are conducted on n LED modules of the same type. The number n shall be a minimum of products as given in Table 7. LED modules used in the endurance tests shall not be used in other tests.

In case of Type 2 and Type 3 LED modules, testing requires operation with an separate reference power supply and separate reference controlgear, respectively. Specification of the reference power supply and reference controlgear shall be made by the LED module manufacturer or responsible vendor.

LED modules with dimming control shall be adjusted to maximum light output for all tests.

LED modules with adjustable colour point shall be adjusted/set to one fixed value as indicated by the manufacturer or responsible vendor.

LED modules which are scaleable, e.g. LED modules of linear geometry, but of very long length, shall be tested at a length of 50 cm or, if not scaleable there, at the nearest value to 50 cm. The LED module manufacturer shall indicate which controlgear is suitable for this length.

6.2 Creation of module families to reduce test effort

6.2.1 General

The introduction of a family aims to guide LED module manufacturers in platform designs to allow thereby the possibility to use data of the existing baseline product that has already been tested at an operational time as stated in 6.1. The baseline product is considered to be the first LED module complying with this standard and designated to be part of the family.

6.2.2 Variations within a family

Each family of LED modules requires a case-by-case consideration. The range of LED modules should be manufactured by the same manufacturer, under the same quality assurance system. The type variations of the range (e.g. CCT) should be essentially identical with respect to materials used, components and construction applied. Type test sample(s) should be selected with the cooperation of the manufacturer and the testing station.

Requirements for the identification of a family of LED modules for type testing are given in definition 3.21 and used in Table 4.

Testing time may be reduced within family for 1 000 h³ in case variations within part characteristics are fulfilled with conditions given in Table 4. Critical components remain the same or the same technology is used and material with updated generation.

3 Value under consideration.

Table 4 – Allowed variations within a family

Part characteristics intended to be varied	Conditions for acceptance
Housing/chassis, heat sink/heat management	Temperature measurement point value of LED package (location and its value given by the LED module supplier) and other components remains at the same value or at a lower value, if the rated life time is the same or higher as the baseline product, as indicated and specified by the manufacturer or responsible vendor (see also NOTE 1).
Optics (see NOTE 2)	The test results showing the effect of optical material change shall be documented in the manufacturer's technical file.
LED package	t_p remains at the same value or at a lower value, if the rated life time is the same or higher as the baseline product, as indicated and specified by the manufacturer or responsible vendor (see also NOTE 1)
Controlgear (Applicable for Type 1 or Type 2 LED modules)	t_p remains at the same value or at a lower value, if the rated life time is the same or higher as the baseline product, as indicated and specified by the manufacturer or responsible vendor. A statistical failure shall show equal or lower failures.
NOTE 1 The value of t_p can be used as long as the correlation between the temperature measurement value of LED and t_p is defined (process under consideration). NOTE 2 Optics includes for instance secondary optics (lenses), reflectors, trims and gaskets and their interconnections. The results can relate to changes in luminous flux, luminous peak intensity, luminous intensity distribution, beam angle, shift in colour coordinates, shift in CCT (correlated colour temperature) and shift in CRI (colour rendering index).	

Any change on part tolerances are documented in the manufacturer's technical file.

6.2.3 Compliance testing of family members

The following performance characteristics of members within a family at initial and after reduced testing time shall be in line with the values provided by the responsible manufacturer or vendor of the LED module:

- chromaticity coordinates,
- colour rendering index,
- lumen maintenance code,
- results of acceleration operated life test.

Documentation of data shall be provided to the testing station in the manufacturer's technical file.

Compliance:

For all of the tested LED modules in a sample, the measured values of a LED module (the initial and maintained value) shall not move beyond the values as indicated by the manufacturer or responsible vendor. The measured values shall be of the same category or code as the provided values or better. All the LED modules in a sample shall pass the test.

7 Electrical LED module input

7.1 LED module power

For measurement conditions, see Annex A.

Compliance:

The initial power consumed by each individual LED module in the measured sample shall not exceed the rated power by more than 10 %.

The penultimate paragraph of 1.1 should be regarded.

7.2 Displacement factor (u.c.)

The displacement factor of integrated LED modules (Type 1) shall be measured according to Annex E. LED modules with dimming control shall be adjusted to maximum light output.

Displacement factor measurement of semi- and non-integrated LED modules (Type 2 and Type 3) is not applicable.

NOTE 1 See Annex F for explanation and relation of displacement factor, distortion factor and power factor.

NOTE 2 The distortion factor is covered by IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009 which deals with the limitations of harmonic currents injected into the public supply system.

Compliance:

The measured displacement factor for each individual module of the sample shall not be less than the marked value by more than 0,05.

8 Light output

8.1 Luminous flux

Luminous flux is measured according to Annex A.

Compliance:

The initial luminous flux of each individual LED module in the measured sample shall not be less than the rated luminous flux by more than 10 %.

8.2 Luminous intensity distribution, peak intensity and beam angle

8.2.1 General

The requirements of 8.2.4 and 8.2.5 shall be applied to LED modules having a directional (spot) distribution.

NOTE Luminous intensity distribution of a LED module can be specific for an application.

8.2.2 Measurement

The intensity of light emitted from the LED module in different directions is measured using a goniophotometer. All photometric data shall be declared for the LED module operating at its temperature $t_{p \text{ rated}}$ per Clause A.1.

The allowed photometric variations detailed should take account of manufacturing tolerances.

8.2.3 Luminous intensity distribution

The distribution of luminous intensity shall be in accordance with that declared by the manufacturer. The measurement is conducted according to A.3.3.

Compliance is under consideration.

8.2.4 Peak intensity value⁴

Where a peak intensity value is provided by the manufacturer or responsible vendor, the initial peak intensity of each individual LED module in the measured sample shall not be less than 75 % of the rated intensity.

Compliance is checked according to Annex A.

8.2.5 Beam angle value⁵

Where a beam angle value is provided by the manufacturer or responsible vendor, the beam angle value of each individual LED module in the measured sample shall not deviate by more than 25 % of the rated value.

Compliance is checked according to Annex A.

8.3 Luminous efficacy

LED module efficacy shall be calculated from the measured initial luminous flux of the individual LED module divided by the measured initial input power of the same individual LED module. For measurement of luminous flux, see A.3.2.

Compliance:

For all tested LED modules in a sample, the LED module efficacy shall not be less than 80% of the rated LED module efficacy as declared by the manufacturer or responsible vendor.

9 Chromaticity coordinates, correlated colour temperature (CCT) and colour rendering

9.1 Chromaticity coordinates

The initial chromaticity coordinates are measured. A second measurement of maintained chromaticity coordinates is made at an operational time as stated in 6.1. The measured chromaticity coordinate values (both initial and maintained) shall fit within one of 4 categories (see Table 5), which correspond to a particular MacAdams ellipse around the rated chromaticity coordinate value, whereby the size of the ellipse (expressed in n -steps) is a measure for the tolerance or deviation in the chromaticity coordinates of an individual LED module.

Compliance:

For compliance of family members, refer to 6.2.3.

For all of the tested LED modules in a sample, the measured chromaticity coordinate values of a LED module (the initial value and maintained value) shall correspond to categories of chromaticity coordinates which shall not move beyond the chromaticity coordinate tolerance

4 Average value and confidence level are under consideration.

5 Average value and confidence level are under consideration.

category as indicated by the manufacturer or responsible vendor (see Table 1). The measured values shall correspond to the same category as the rated values or better. The sample LED modules for the chromaticity coordinate measurement shall be selected from four different batches⁶.

Table 5 – Tolerance (categories) on rated chromaticity coordinate values

Size of MacAdam ellipse, centred on the rated colour target	Colour variation category	
	Initial	Maintained
3-step	3	3
5-step	5	5
7-step	7	7
>7-step ellipse	7+	7+

The behaviour of the chromaticity coordinates of a LED module shall be expressed by stating the two measurement results of both initial chromaticity coordinates and maintained chromaticity coordinates. For an example, see Annex D.

This standard applies to LED modules for which it is in most cases possible to choose a CCT value that best fulfils the requirement of a particular application. Standardised colour target points are under consideration.

NOTE 1 The tolerance areas are based on the ellipses defined by MacAdam, published in the Journal of the Optical Society of America, 1943, as normally applied for fluorescent lamps and other discharge lamps.

NOTE 2 See Annex A for measurement method of chromaticity coordinate values for LED modules.

9.2 Correlated colour temperature (CCT)

Preferred values to ensure interchangeability are under consideration. The four-digit CCT value is divided by 100 and the resulting figure is rounded off to the next integer number, when using the photometric code in Annex D.

Compliance:

For compliance of family members, refer to 6.2.3.

For all of the tested LED modules in a sample, the measured correlated colour temperature shall not move beyond the values as declared by the manufacturer or responsible vendor.

NOTE In Japan, the requirements on colour classification and indication are specified in JIS Z 9112.

9.3 Colour rendering index (CRI)

The initial colour rendering index (CRI) of a LED module is measured. A second measurement is made at an operational time as stated in 6.1.

Compliance:

For all tested LED modules in a sample the measured CRI values shall not have decreased by more than:

- 3 points from the rated CRI value (see Table 1) for initial CRI values, and

⁶ The colour variation between the LED modules in a sample from different production runs resembles the variation within longer periods of production.

– 5 points from the rated CRI value (see Table 1) for maintained CRI values.

10 LED module life

10.1 General

Life of an individual LED module as explained in Annex C, is limited by a combined effect of gradual light output degradation, mostly caused by material degradation (see 10.2) and abrupt light output degradation, mostly caused by electrical component failure (see 10.3, endurance tests as an indication for reliability and life). Both elements are tested.

Reference is made to the definitions of 3.2 and 3.7, the latter describing the Median Useful Life and indicated fraction (B_{50}) of tested LED modules of a sample that may fail the requirements of the tests under 10.2 and 10.3.

10.2 Lumen maintenance

The rated lumen maintenance factor may vary depending on the application of the LED module. Dedicated information on the chosen percentage should be provided by the manufacturer.

NOTE 1 As the typical life of a LED module is (very) long, it is within the scope of this standard regarded impractical and time consuming to measure the actual lumen reduction over life (e.g. L_{70}). For that reason this standard relies on test results to determine the expected lumen maintenance code of any LED module.

NOTE 2 The actual lumen maintenance of LED modules can differ considerably per type and per manufacturer. It is not possible to express the lumen maintenance of all LED's in simple mathematical relations. A fast initial decrease in lumen output does not automatically imply that a particular LED will not make its rated life.

NOTE 3 Other methods providing more advanced insight in lumen depreciation over LED module life are under consideration.

This standard has opted for “lumen maintenance codes” (see Figure 2) that cover the initial decrease in lumen output until an operational time as stated in 6.1. There are three codes which define lumen maintenance in percent of the initial luminous flux (see Table 6).

Table 6 – Lumen maintenance code at an operational time as stated in 6.1

Lumen maintenance %	Code
≥ 90	9
≥ 80	8
≥ 70	7

The initial luminous flux shall be measured. The measurement is repeated at an operational time as stated in 6.1. The initial luminous flux value is normalized to 100 %; it is used as the first data point for determining LED module life. The measured luminous flux value at an operational time as stated in 6.1 shall be expressed as maintained value (= percentage of the initial value).

It is recommended to measure the lumen output values at 1 000 h intervals (expressed as a percentage of the initial value) for a total equal to an operational time as stated in 6.1.

NOTE 4 This will give an additional insight as to the reliability of the measured values, but assigning a code does not imply a prediction of achievable life time. LED modules with higher code could be better or worse than LED modules with lower code.

For marking of the lumen maintenance factor (x) and the lumen maintenance codes, see Table 1.

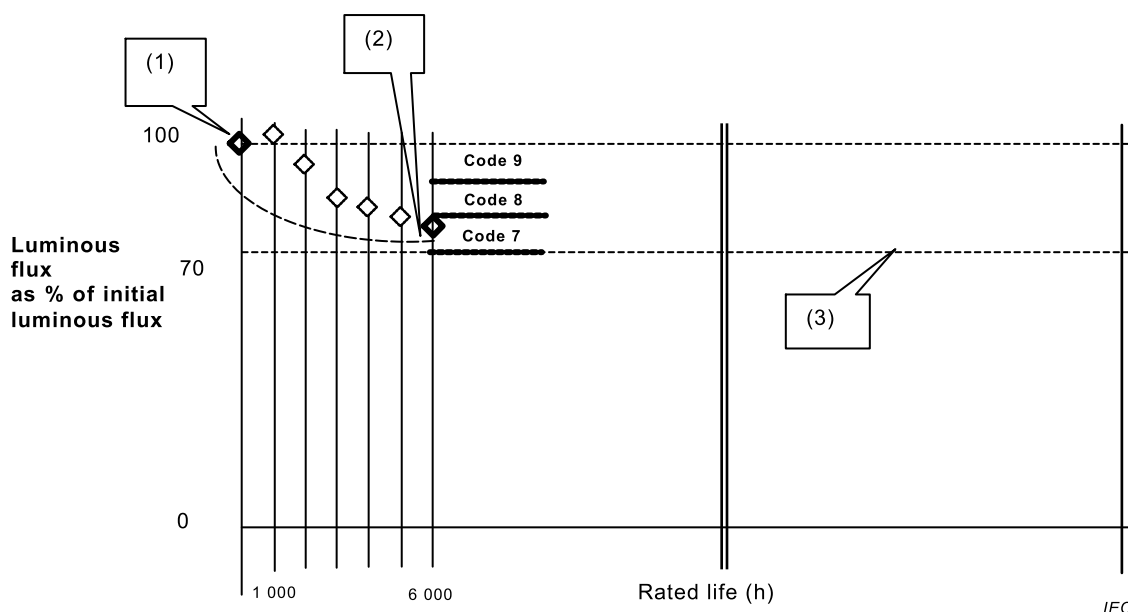
Compliance at 25 % of rated life with a maximum of 6 000 h test duration:

For compliance of family members, refer to 6.2.3.

An individual LED module is considered having passed the test when the following criteria have been met.

- 1) *The measured luminous flux value at 25 % of rated life (with a maximum duration of 6 000 h) shall not be less than the luminous flux, multiplied by the rated lumen maintenance factor (x).*
- 2) *The calculated lumen maintenance being the ratio of the measured initial and maintained luminous flux shall correspond with the “lumen maintenance code” as declared by the manufacturer or responsible vendor.*

Given a sample of n of LED modules according to Table 7 being subjected to the 25 % of rated lifetime test with a maximum of 6 000 h, it is deemed to having passed the test, if at the end of the test, at least 90 % of the LED modules have passed.



Key

- (1) Initial luminous flux
- (2) Measured luminous flux value at an operational time as stated in 6.1
- (3) Lower limit line: claimed flux decrease over rated life L_{70}

Figure 2 – Luminous flux depreciation over test time

10.3 Endurance tests

10.3.1 General

LED modules shall be subjected to the following tests specified in 10.3.2 to 10.3.4.

NOTE All tests can be carried out in parallel with different LED modules.

10.3.2 Temperature cycling test

10.3.2.1 General

The temperature cycling test shall be conducted according IEC 60068-2-14, Test Nb: Change of temperature with specified rate of change, and the following conditions. Either of the alternative tests 10.3.2.2 and 10.3.2.3 may be chosen.

10.3.2.2 Alternative test 1 with 10 K/min

10.3.2.2.1 Test set up

The LED module shall be mounted on an appropriate heat sink and operated in the test chamber according IEC 60068-3-5 and with settings for t_p as requested by this standard, at nominal current respectively at test voltage. The heat sink shall be such that after thermal stabilisation, the LED module is operating at its maximum rated t_p temperature (± 10 K) (according to Table 2) in a test chamber temperature of $40\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$. The test chamber temperature at which t_p is reached is the maximum ambient temperature of the temperature cycle. The minimum ambient temperature is obtained by subtracting 50 K from this temperature. These two temperatures are used for the temperature cycle.

When the manufacturer declares in his literature a temperature range with minimum and maximum temperatures, these values shall be used.

The test shall consist of 250 cycles.

10.3.2.2.2 Test procedure

- 1) From the stable condition of the LED module operating at its maximum ambient temperature (evaluated in 10.3.2.2) the LED module shall be switched off and the ambient temperature inside the test chamber shall be decreased at a rate of 10 K/min to the minimum test temperature.
- 2) The switched off LED module shall be held at the minimum ambient temperature level for 50 min. After this period the LED module shall be switched on and off at the low ambient temperature 10 times with the cycle 10 s on / 50 s off.
- 3) Switch on the module.
- 4) Increase the temperature in the test chamber at a rate of 10 K/min to the maximum ambient test chamber temperature.
- 5) The switched on LED module shall be held at the maximum ambient temperature level for 50 min. After this period the LED module shall be switched on and off at the high ambient temperature 10 times with the cycle 10 s on / 50 s off.
- 6) Repeat steps 1) to 5), 249 times.

Compliance:

At the end of the test all the LED modules shall operate and have a luminous flux which stays within the claimed lumen maintenance code for a period of at least 15 min and show no physical effects of temperature cycling such as cracks or delaminating of the label.

The temperature requirements of A.1 do not apply.

10.3.2.3 Alternative test 2 with 1 K/min

The LED module is placed in a test chamber in which the temperature is varied from $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ⁷ over a 4 h period and for a test duration of 250⁸ periods (1 000 h).

The LED module is mounted on an appropriate heat sink to reach its maximum rated t_p temperature at $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ test chamber temperature.

A 4 h period consists of 1 h holding on each extreme temperature and 1 h transfer time (1 K/min) between the temperature extremes. The LED module is switched on and off for 17 min.

Compliance is checked as follows:

At the end of the test, all the LED modules shall operate and have a luminous flux which stays within the claimed lumen maintenance code for a period of at least 15 min and show no physical effects of temperature cycling such as cracks or delaminating of the label.

NOTE 1 The switching period of 34 min is chosen to get a phase shift between temperature and switching period.

NOTE 2 The temperature requirements of A.1 do not apply.

NOTE 3 LED modules without or with integrated heatsink maybe do not reach the maximum rated t_p temperature at $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ test chamber temperature.

10.3.3 Supply switching test

At test voltage, current or power, the LED module shall be switched on and off for 30 s each. The cycling shall be repeated for a number equal to half the rated life in h (example: 10 000 cycles if rated life is 20 000 h.).

The temperature requirements of A.1 apply.

Compliance:

At the end of the test all the LED modules shall operate and have a luminous flux which stays within the claimed lumen maintenance code for a period of at least 15 min.

10.3.4 Accelerated operation life test

The LED module shall be operated continuously without switching at test voltage and at a temperature corresponding to 10 K (see last paragraph) above the maximum recommended operating temperature $t_{p\text{ rated}}$, over an operational time of 1 000 h. Any thermal protecting devices that would switch off the LED module or reduces the light output at a threshold temperature $> t_{p\text{ rated}}$, shall be bypassed.

Compliance:

For compliance of family members, refer to 6.2.3.

At the end of this period, and after cooling down to room temperature and being stabilised, all the LED modules have an allowed decrease of light output at the end of the test of max. 20 % compared to the initial value, for at least 15 min.

The temperature requirements of A.1 do not apply.

⁷ Under consideration. When the manufacturer declares in his literature a temperature range with minimum and maximum temperatures, these values should be used.

⁸ Under consideration.

An accelerated test should not evoke fault modes or failure mechanisms which are not related to normal life effects. For example, a too high temperature increase above $t_{p \text{ rated}}$ would lead to chemical or physical effects from which no conclusion on real life can be made.

LED module manufacturer or responsible vendor may declare higher temperature above $t_{p \text{ rated}}$ as indicated, but the precedent paragraph shall be respected.

NOTE This test is to check for catastrophic failures.

11 Verification

The minimum sampling size for type testing shall be as given in Table 7. The sample shall be representative of a manufacturer's production.

Table 7 – Sample sizes

1	2	3	4
Clause or subclause	Test	Minimum number of LED modules in a sample for an operational time as stated in 6.1	Minimum number of LED modules in a sample for testing a family at reduced test duration after changing product feature according to 6.2
4.1 i)	$t_{p \text{ rated}}$	Same 1 LED module for all tests	Same 1 LED module for all tests
4.1 j)	t_p -point		
5	Dimensions including dimensional tolerances		
8.2.3	Luminous intensity distribution	Same 5 LED modules for all tests	Same 3 LED modules for all tests
8.2.4	Peak intensity value		
8.2.5	Beam angle value		
7	Power	Same 10 LED modules for all tests	Same 3 LED modules for all tests
8.1	Luminous flux		
8.3	Efficacy		
9.1	Chromaticity coordinates		
9.2	Correlated colour temperature		
9.3	Colour Rendering Index		
10.2	Lumen maintenance		
10.3.2	Temperature cycling, energised	5	3
10.3.3	Supply voltage switching	5	3
10.3.4	Accelerated operation life test	5	3

12 Information for luminaire design

For information for luminaire design, see Annex B.

Annex A (normative)

Method of measuring LED module characteristics

A.1 General

Unless otherwise specified, all measurements shall be made in a draught free room at a temperature of 25 °C with a tolerance of ± 1 °C, a relative humidity of 65 % maximum and steady state operation of the LED module.

For air movement requirements, see 4.3.2 of CIE 121:1996.

For temperature measurement, equipment as specified in the informative Annex H may be used.

Maintenance (10.2) and supply switching (10.3.3) operation shall be conducted in the temperature interval ($t_{p \text{ rated}} - 5$, $t_{p \text{ rated}}$) at a rated maximum ambient temperature specified by the manufacturer, with a tolerance of (+0 K, –5 K). In case there is no rated maximum ambient temperature, the ambient temperature range (20 °C to 25 °C) shall be used. For the supply switching test, the temperature requirement is applicable only to the ON time. The value of $t_{p \text{ rated}}$ shall not be exceeded. An appropriate heat sink or additional heating may need to be applied to obtain the correct $t_{p \text{ rated}}$ value. For testing purposes, the t_p -point shall be marked easily accessible. Even if the location is different for t_p and t_c , the value of t_c shall not be exceeded.

All test results shall be presented as if testing had been executed at the maximum recommended operating temperature ($t_{p \text{ rated}}$) of the LED module. Tests may be performed at different temperatures; for this, the relation between the two temperatures ($t_{p \text{ rated}}$ and a different t_p where this t_p shall be within the range of manufacturer's provided data) has to be established beforehand in an unambiguous manner by data provided by the LED module manufacturer. In case of doubt the reference measurement is performed at $t_{p \text{ rated}}$. Depending on the type of control circuit that the LED module manufacturer is using, the t_p measurement shall be done at the most onerous condition of operation. The value of $t_{p \text{ rated}}$ shall be reported in Clause 4.

The manufacturer shall provide, on request, information on the method used to reproduce the claimed characteristics declared at t_p -point.

The test voltage, current or power shall be stable within $\pm 0,5$ % during stabilisation periods, this tolerance being $\pm 0,2$ % at the moment of measurements. For ageing and luminous flux maintenance testing the tolerance is 2 %. The total harmonic content of the input shall not exceed 3 %. The harmonic content is defined as the r.m.s. summation of the individual harmonic components using the fundamental as 100 %. All tests shall be carried out at rated frequency. In the case of a range, measurements shall be carried out at the frequency value corresponding to the most adverse effect on the temperature of the LED module.

For stabilisation, the following steps need to be conducted.

- 1) Ascertain that the LED module has thermal management, either integrated or externally equipped.
- 2) Operate the LED module and record the light output as a time depending variable and note the typical electrical mode of operation (by voltage, current or power)
- 3) During stabilisation period, measurements of light output are made at least at 1 min intervals. The LED module under test may be regarded as stable and suitable for test

purpose, if the difference of maximum and minimum readings of light output observed over the last 15 min is less than 0,5 % .

If stabilisation conditions are not achieved within 45 min the measurement may be started and the observed fluctuations shall be reported.

- 4) In order to accelerate subsequent measurements of other LED modules of the same type a pre-stabilisation (operation of the light source prior to mounting in the test system) may be applied on basis of the stabilisation time observed in step 3 and subsequent LED modules may be measured after 15 min in the test system.

NOTE 1 Normally the observed stabilisation process is a slow decrease in light output until thermal stability. However, due to the electronics, fluctuations can still occur near thermal stability and stabilisation criteria not met.

NOTE 2 The conditions of stabilisation are subject to change due to the establishing of a relevant CIE standard.

Unless otherwise specified for a specific purpose by the manufacturer or responsible vendor, LED modules shall be operated in free air for all tests including lumen maintenance tests.

Over life tests and at measurement, in order to avoid any measurement disturbance, the test sample shall be free from pollution (dust, etc.) that can occur during the testing period.

A.2 Electrical characteristics

A.2.1 Test voltage, current or power

The test voltage, current or power shall be the rated voltage, current or power (for tolerance see A.1). In the case of a range, measurements shall be carried out at the input value corresponding to the most adverse effect on the temperature of the LED module.

A.2.2 Ageing

LED modules do not require any ageing prior to testing. However, the manufacturer may define an ageing period of up to 500 h.

A.3 Photometric characteristics

A.3.1 Test voltage, current or power

See A.2.1.

A.3.2 Luminous flux

The initial and maintained luminous flux shall be measured after stabilisation of the LED module.

NOTE 1 Method of measuring the luminous flux of LED modules is under consideration.

NOTE 2 Reference is made to document CIE 84. IES LM-79-08 as well as Annex B of JIS C 8155:2010 contain valuable information on measuring luminous flux.

If the LED module requires additional heating or heat sinking, provisions in the measurement setup should be taken to maintain the requested temperature at t_p . The manufacturer should provide, on request, information on the method used to reproduce the claimed characteristics declared at t_p .

A.3.3 Luminous intensity distribution

Luminous intensity distribution shall be measured in accordance with CIE 121 and IEC TR 61341.

Luminous intensity distribution data shall be available for all variations of the LED module and any optical attachments or accessories that the LED module has been specified for use with. Luminous intensity distribution data shall be provided for the LED module in accordance with an established international or regional format. Information about file formats can be found in IEC 62722-1, Annex A, for informative (not normative) purposes.

Information about photometric data and file formats can be found in IEC 62722-1 (in preparation), Clause 6 and Annex A, for informative (not normative) purposes.

A.3.4 Peak intensity

The peak intensity shall be measured in accordance with IEC TR 61341.

A.3.5 Beam angle

The beam angle shall be measured in accordance with IEC TR 61341.

It should be taken care that the beam angle is not determined by the half peak, but by the half centre beam intensity.

A.3.6 Colour rendering

Measurement of colour rendering index shall be made in accordance to CIE 13.3 and CIE 177.

A.3.7 Chromaticity coordinate values

Reference shall be made to IEC 60081, Annex D: Chromaticity coordinates.

Chromaticity coordinate values of LED modules may depend on the radiation angle. Spatially averaged chromaticity coordinates shall be used, unless otherwise specified by the manufacturer. This may be accomplished by sphere photometry or other declared means.

Annex B (informative)

Information for luminaire design

B.1 Temperature stability

It should be safeguarded that the LED module performance temperature t_p is not exceeded.

B.2 Binning procedure of white colour LEDs

See IEC 62707-1.

B.3 Ingress protection

In case a ‘built-in’ LED module forms part of the luminaire enclosure and is applied in an application with a certain IP classification the LED module specification shall reflect this. Final assessment will be done on the luminaire.

The LED module design with regard to IP rating should be specified between the LED module maker and the LED luminaire maker.

An “independent” classified LED module should be tested to the specified IP rating according to IEC 60598-1.

LED modules, classified as “integral” should not be separately tested.

Annex C (informative)

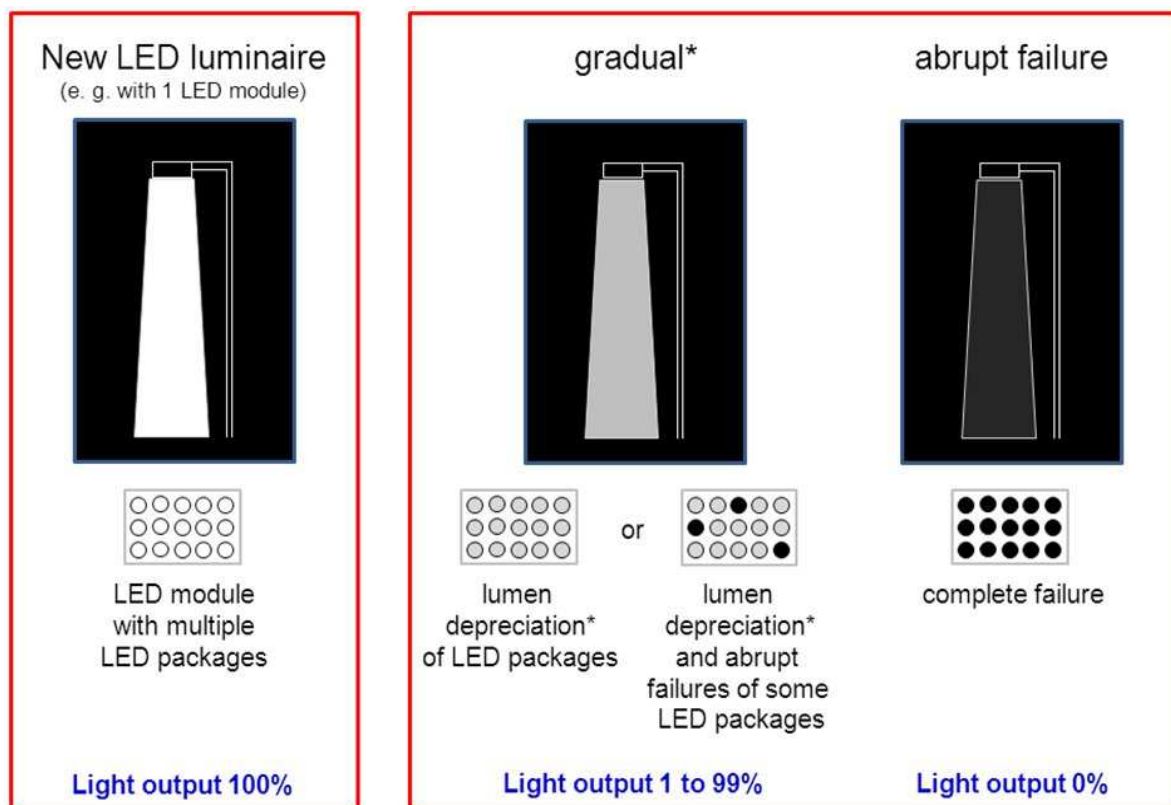
Explanation of recommended LED product lifetime metrics

C.1 General

Life of an individual LED module is the length of time during which an individual LED module provides at least percentage x of the initial luminous flux, under standard test conditions. The end of life of an individual LED module can be reached by both parametric and abrupt failures (operating and inoperative LED modules).

NOTE For better readability, the term LED product is used which has to be considered as LED based lighting product.

An abrupt failure of a LED module is a failure of the entire module and not necessarily a failure of single LED packages. A failure of single LED packages in a LED module with multiple packages usually contributes to overall gradual light output degradation of that LED module. At the time the light output of the LED module becomes less than claimed percentage x it is considered a parametric failure of the LED module. Figure C.1 gives an illustration of gradual and abrupt failure modes, causing parametric and abrupt failures, in a luminaire comprised of a single LED module.



IEC

* Overall lumen depreciation includes also optical parts degradation of the LED luminaire; gradual lumen depreciation below x percent leads to a parametric failure.

Figure C.1 – Lumen output over life of a LED-based luminaire comprised of a single LED module

Life time of LED products can be far more than what practically can be verified with testing. Furthermore the decrease in light output differs per manufacturer making general prediction methods difficult. This standard has opted for lumen maintenance codes that cover the decrease in luminous flux until an operational time as stated in 6.1. Due to this limited test time the claimed life of a LED product cannot be confirmed nor rejected. The recommended metrics for specifying LED product life is explained below and provides the background for the pass/fail criterion of the lifetime test as in 10.2.

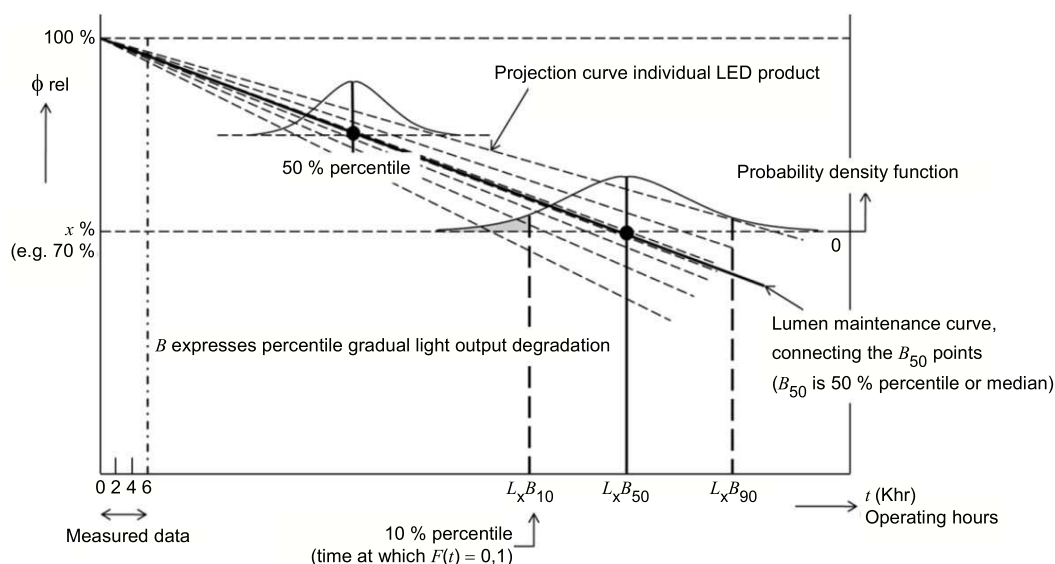
It is recommended for LED products to specify the lumen maintenance apart from the abrupt failures in a standardised way giving more insight in light output behaviour .

C.2 Life time specification for gradual light output degradation

The length of time until a percentage y of a population of operating LED modules reaches gradual light output degradation of a percentage x is called the useful life (or “ B_y life”) and expressed in general as $L_x B_y$.

Light output lower than the lumen maintenance factor x is called a parametric failure because the product produces less light but still operates. “ B_{10} ” life is the age at which 10 % of products have failed parametrically. The age at which 50 % of the LED modules parametric fail, the “ B_{50} life”, is called median useful life. The population includes operating LED modules only; non-operative modules are excluded.

Example: $L_x B_y = L_{70} B_{10}$ is understood as the length of time during which 10 % (B_{10}) of a population of operating LED modules of the same type have failed (parametrically) to maintain 70 % of their initial luminous flux.



IEC

Figure C.2 – Life time specification for gradual light output degradation

The shape of the probability density function (pdf) and the shape of the projection curve in Figure C.2 are for illustration purpose only. The probability density function can be Weibull, lognormal, exponential or normal depending on the measured data and selected projection method.

The failure function $F(t)$ or Cumulative Distribution Function ($CDF(t)$), is the failure percentile as function of time. This is mathematically expressed as follows:

$$F(t) = CDF(t) = \int_0^t pdf(t)dt$$

By definition $F(t=\infty)$ is 1 (100 %). In other words the total area below the pdf curve from time is zero to infinity is one, meaning the whole population fails eventually.

Explanation of B :

Example: Considering a lumen maintenance factor x of 70 %, 10 % of the population failed at time $L_{70}B_{10}$ indicated by the grey area in Figure C.2, mathematical expressed as follows:

$$F(L_{70}B_{10}) = CDF(L_{70}B_{10}) = \int_0^{L_{70}B_{10}} pdf_{70}(t)dt = 0,1 \rightarrow 10\%$$

The reliability function equals: $R(t) = 1 - F(t)$, expressing reliability.

C.3 Lifetime specification for abrupt light output degradation

The length of time until a percentage y of a population of LED modules reaches abrupt light output degradation of a percentage y is called the time to abrupt failure and expressed as C_y . The time to abrupt failure (or “ C life”) expresses the age at which a given percentage, y , of LED modules have failed abruptly. See Figure C.3.

Example: C_{10} is understood as the length of time during which 10 % of the population of initially operating LED modules of the same type fail to produce any luminous flux at all.

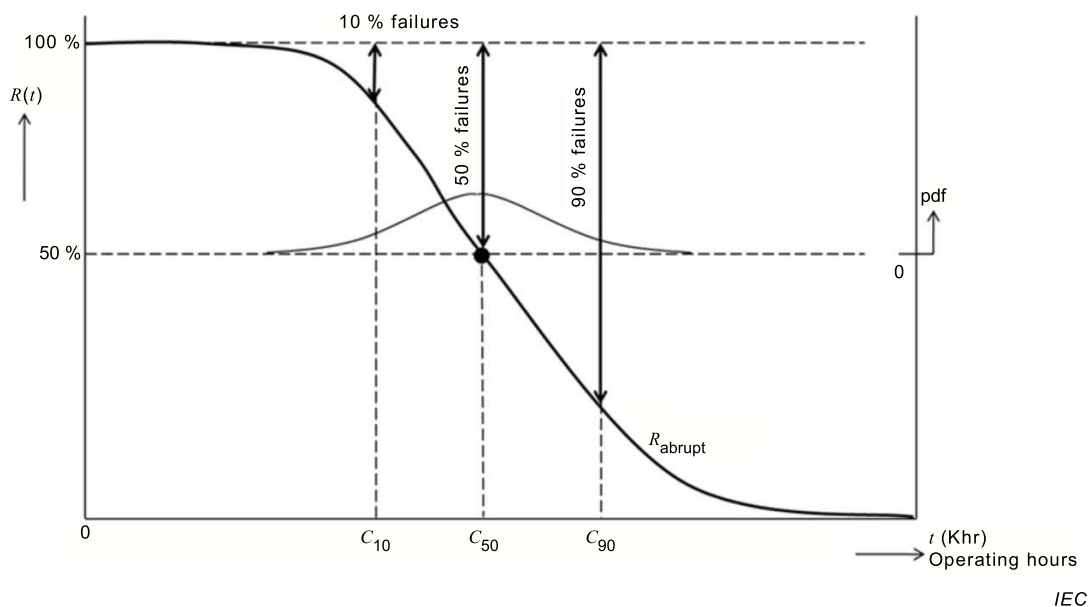


Figure C.3 – Reliability curve R_{abrupt} for abrupt light output degradation

C.4 Combined gradual and abrupt light output degradation

The length of time until a percentage y of a population of LED lamps reaches combined gradual and abrupt light output degradation, meaning the LED lamps have either

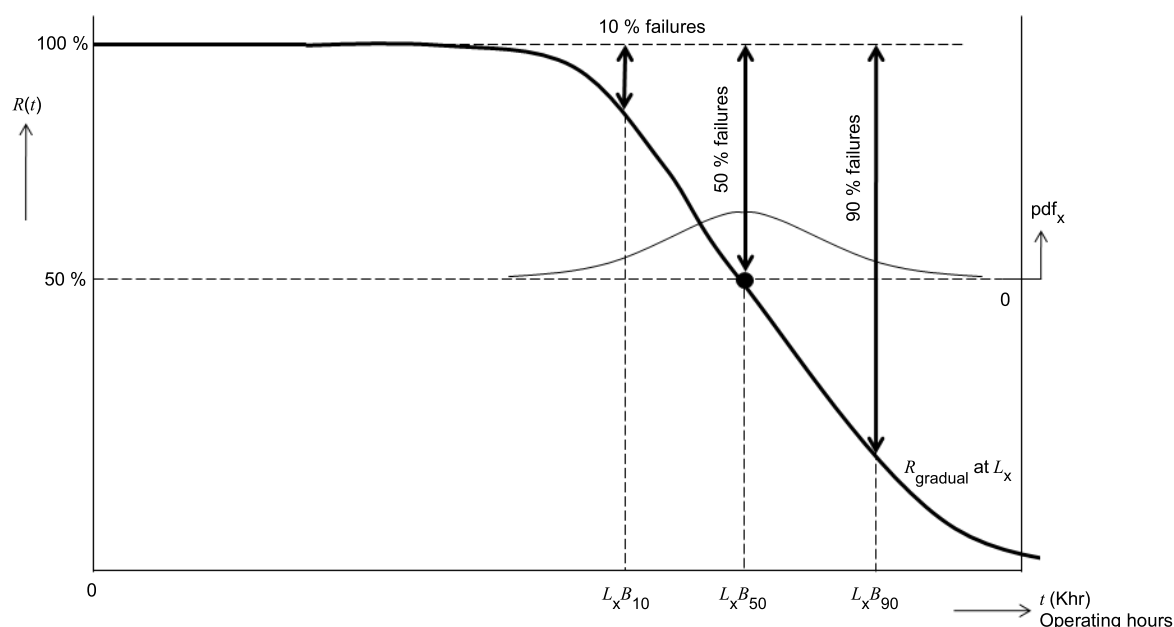
parametrically failed, no longer producing at least x % of their initial luminous flux, or abruptly failed, is called the LED Lamp Life (or “ F_y life”) and expressed as $M_x F_y$.

For example: $M_x F_y = L_{70} F_{10}$ is understood as the length of time during which 10 % (F_{10}) of a population of LED lamps of the same type have failed by either parametric or abrupt failure modes (producing less than 70% of their initial luminous flux or no luminous flux).

The “ F_{50} life”, is defined as the median LED lamp life and called M_x .

The combined gradual and abrupt light output degradation can be constructed from the above two specifications via reliability curves in three steps.

Step 1: Reliability curve for parametric failures due to gradual light output degradation (see Figure C.4).



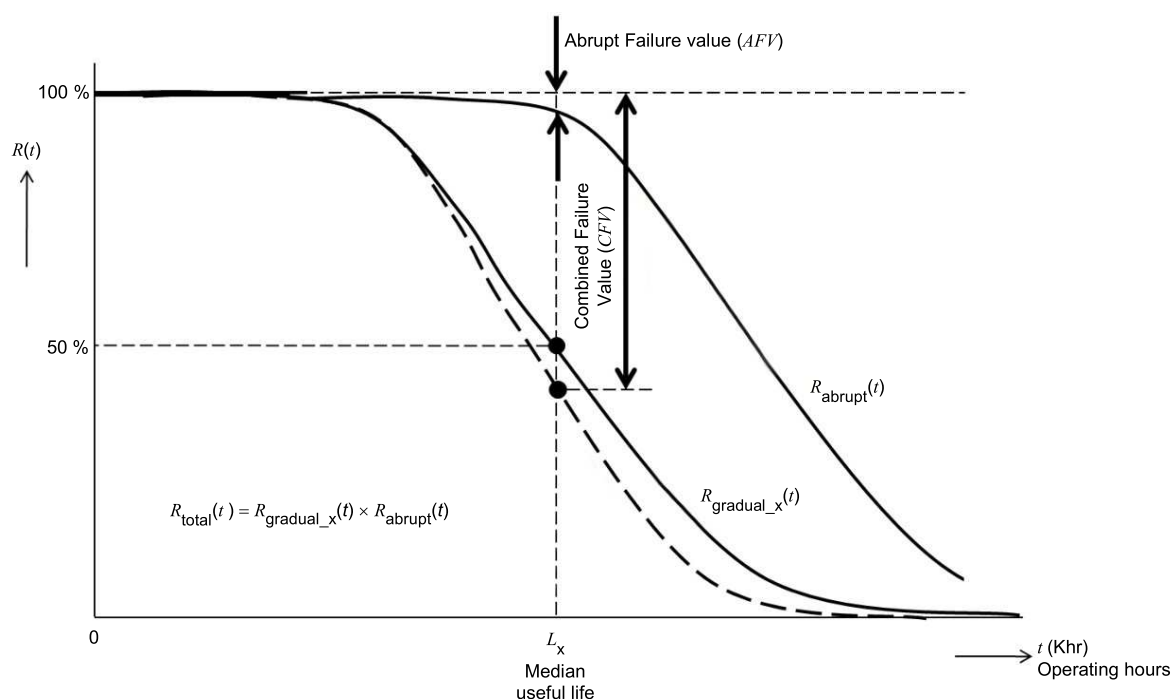
IEC

Figure C.4 – Reliability curve R_{gradual} for gradual light output degradation

Step 2: Reliability curve for abrupt light output degradation (see Figure C.3).

The reliability curve in Figure C.3 expresses also the survivals of the LED products.

Step 3: Reliability curve for combined degradation (see Figure C.5).



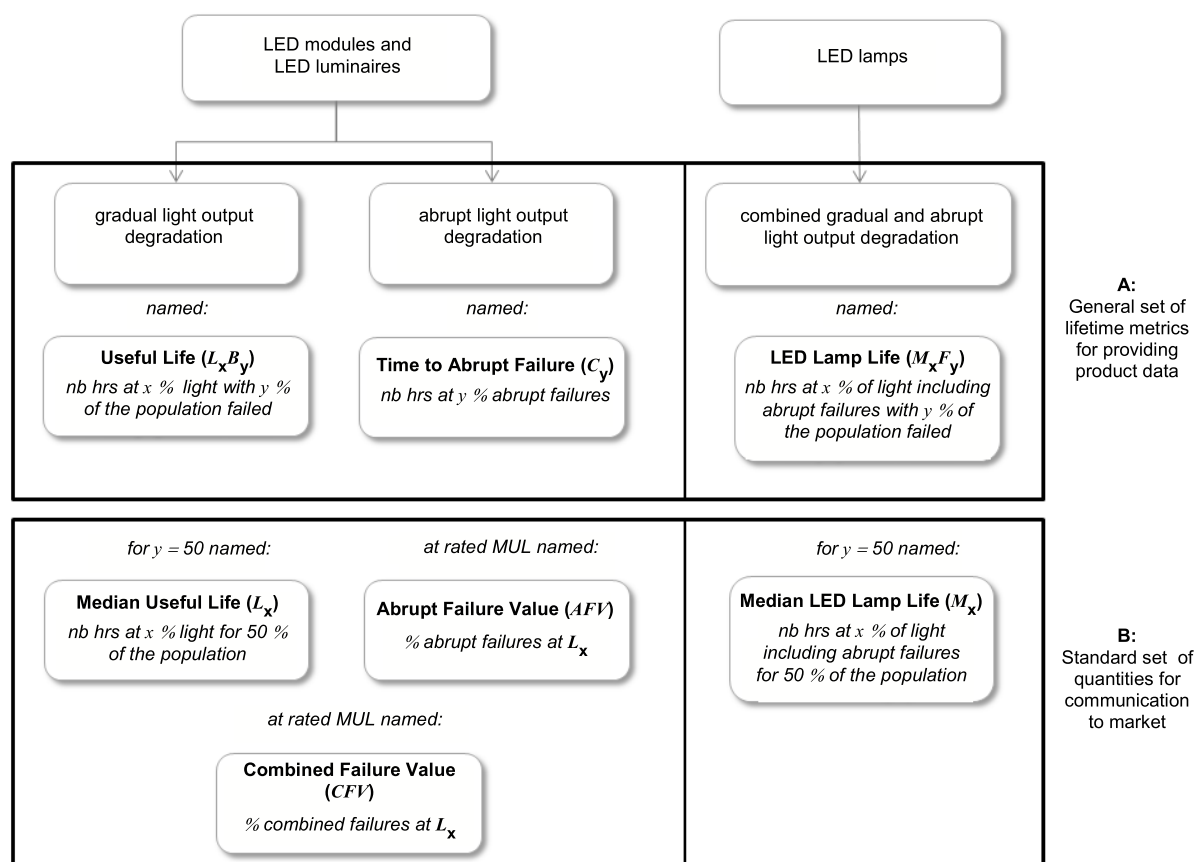
IEC

Figure C.5 – Combined $R_{gradual}$ and R_{abrupt} degradation

C.5 Overview of LED lifetime metrics and related lighting product groups

Different lifetime metrics for lighting products are used in the industry to communicate with a variety of end users. For ordinary persons using LED lamps, it is sufficient to give the median life on basis of combined failure criteria, including abrupt and parametric failures. Professionally trained customers in the lighting market may require the estimated time to failure functions, both abrupt and parametric (luminous flux maintenance), separately for their lighting products. With the values from these failure functions they can make calculations for lighting installations including maintenance cycle estimations

Figure C.6 gives an overview of the different lifetime metrics, explained in this annex and the related products. The upper frame A represents quantities from the failure functions more of interest to professionals while the lower frame B gives the simple quantities for the general communication to the market.



IEC

Figure C.6 – Overview of LED lifetime metrics

C.6 Example lifetime metric values

The introduction of the median useful life L_x (see 3.7) together with the abrupt failure value (see 3.9) and median LED lamp life (see 3.13), provides a comprehensive set of definitions for communicating lifetime related specifications for LED products.

When specifying different values, see Tables C.1, C.2 and C.3 below for example values. Individual LED packages or LED dies within a LED product are not addressed.

In many LED products the lifetime metric values are interrelated. As the lumen maintenance factor rating increases, the rated life and AFV values will generally tend to decrease (see Table C.4)

NOTE LED modules with constant lumen output are under consideration.

Table C.1 – Example lifetime metric values for lumen maintenance factor ratings

numbers in %

L_x			
x	70	80	90

Table C.2 – Example lifetime metric values for abrupt failure

numbers in %

AFV		
3	5	10

Table C.3 – Example lifetime metric values of x for median LED lamp life (combined failures)

numbers in %

M_x			
x	70	80	90

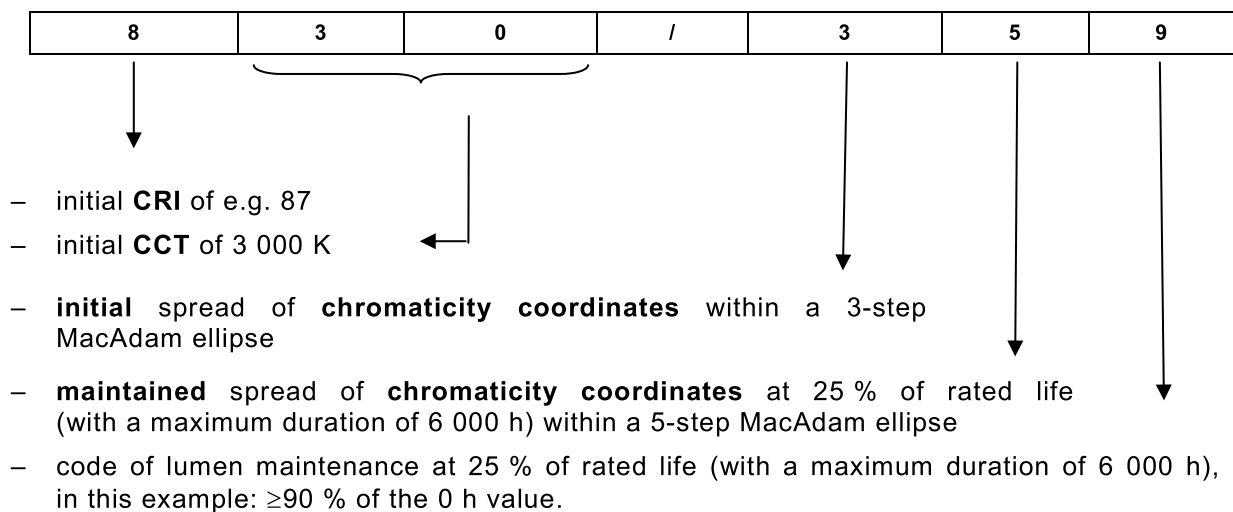
Table C.4 – Example lifetime metric values

x (%)	70	80	90
Rated life, L_x (h)	30 000	20 000	10 000
AFV (%)	3	2	1,5

Annex D (normative)

Explanation of the photometric code

Example of photometric code like 830/359, meaning:



The colour rendering value is expressed as one figure which is obtained by using the intervals:

CRI = 70 to 79 → code 7

CRI = 80 to 89 → code 8

CRI = 90 to ≥ 90 → code 9

The highest value is 9.

NOTE In Japan, the requirements on colour classification and indication is specified in JIS Z 9112.

Annex E (normative)

Measurement of displacement factor

E.1 General

The phase shift angle (φ_1) of the displacement factor ($\cos(\varphi_1)$) of 7.2 shall be measured according to the definition of E.2 and with the measurement requirements of Clause E.3

E.2 Phase shift angle definition

The phase shift angle φ_1 between the fundamental (I_1) harmonic current and the mains voltage (U_{mains}) is determined as described in Figures E.1 and E.2:

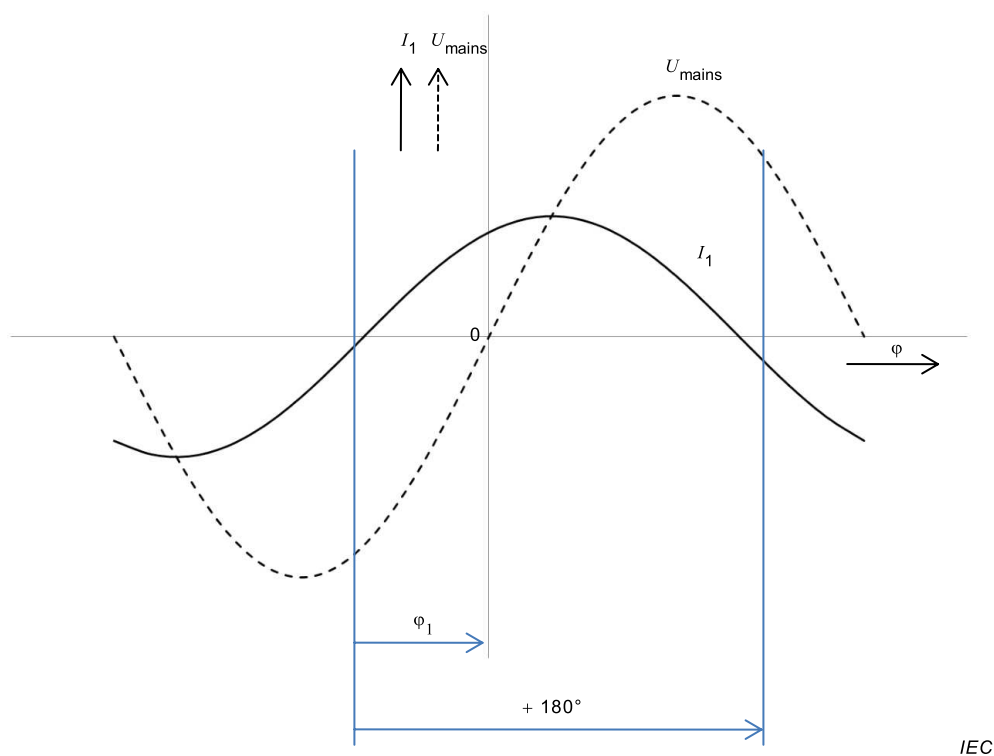
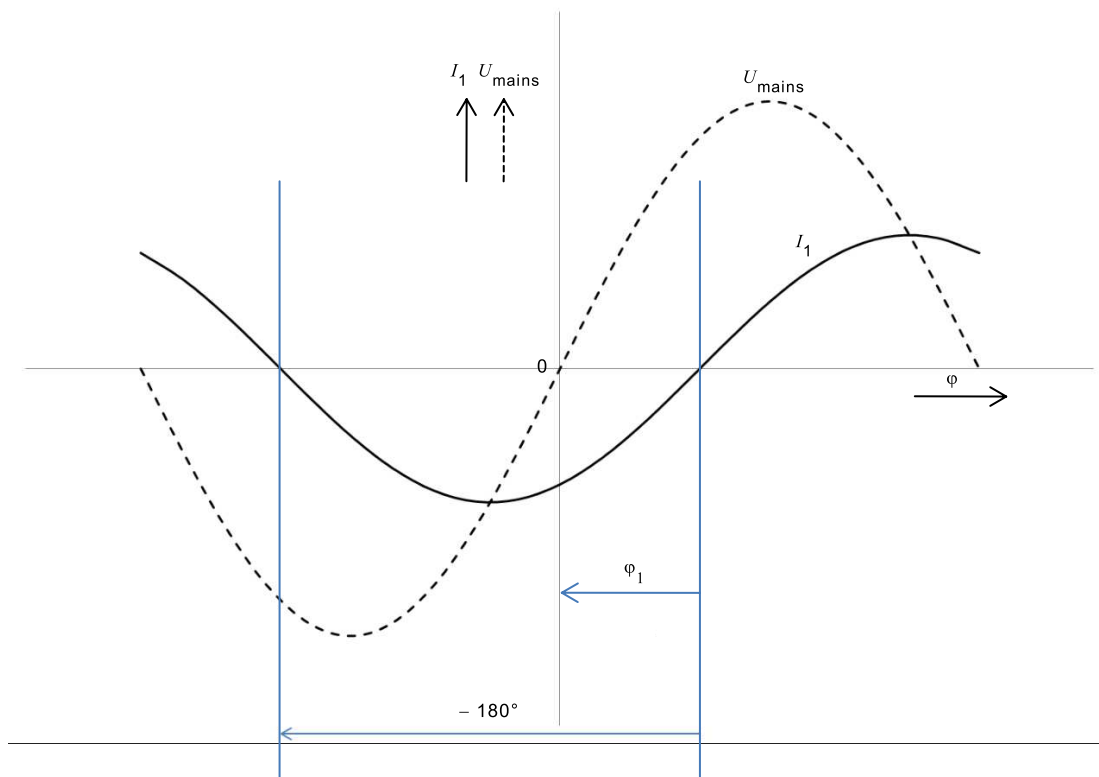


Figure E.1 – Definition of the fundamental current phase shift angle φ_1
(I_1 leads U_{mains} , $\varphi_1 > 0$)



IEC

Figure E.2 – Definition of the fundamental current phase shift angle φ_1
(I_1 lags U_{mains} , $\varphi_1 < 0$)

E.3 Measurements requirements

E.3.1 Measurement circuit and supply source

The measurement circuit and the supply source are defined in Annex A of IEC 61000-3-2:2005.

E.3.2 Requirements for measurement equipment

The requirements for measurement equipment are defined in IEC 61000-4-7.

E.3.3 Test conditions

The test conditions for the measurements of the displacement / phase-angle associated with some types of equipment are given in the following clause: see C.5 of IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009.

NOTE Test conditions for LED light sources in IEC 61000-3-2:2005, C.5 are under consideration.

Annex F (informative)

Explanation of displacement factor

F.1 General

The metric power factor (λ) is a composite metric and consists of the primary metrics displacement factor ($\kappa_{\text{displacement}}$) and distortion factor ($\kappa_{\text{distortion}}$).

The relation between the composite metric λ and its primary metrics $\kappa_{\text{displacement}}$ and $\kappa_{\text{distortion}}$ is as follows:

$$\lambda = \kappa_{\text{displacement}} \cdot \kappa_{\text{distortion}}$$

with

$$\kappa_{\text{displacement}} = \cos \varphi_1$$

and

$$\kappa_{\text{distortion}} = \frac{1}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

resulting in

$$\lambda = \frac{\cos \varphi_1}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

Angle φ_1 is the phase shift angle between the fundamental of the supply voltage and the fundamental of the mains current. The total harmonic distortion (THD) is quantified by the harmonics of the mains current, according to IEC 61000-3-2. The relation between the individual harmonics of the mains current and the THD_i is in below equation:

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

where

I_n is the amplitude of the n^{th} harmonic of the mains current.

F.2 Recommended values for displacement factor

No negative effects on the power grid are to be expected from integrated LED modules (Type 1) when complying with the recommendation as in Table F.1.

Table F.1 – Recommended values for displacement factor

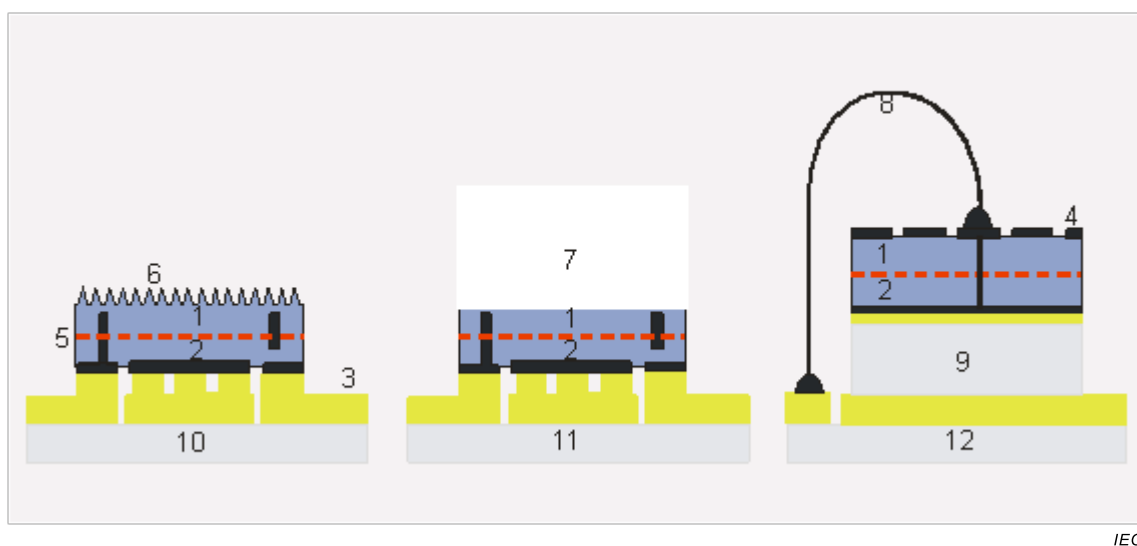
Metric	$P \leq 2 \text{ W}$	$2 \text{ W} < P \leq 5 \text{ W}$	$5 \text{ W} < P \leq 25 \text{ W}$	$P > 25 \text{ W}$
$\kappa_{\text{displacement}} (\cos \varphi_1)$	No limit	$\geq 0,4$	$\geq 0,7$	$\geq 0,9$
The values are practical examples and give guidance.				

Annex G (informative)

Examples of LED dies and LED packages

G.1 LED die

Schematic examples of LED dies are given in Figure G.1.



Key

1 n-GaN	5 MQW active region (Multi Quantum Well)	9 intermediate conducting substrate/submount
2 p-GaN	6 roughened n-GaN	10 submount/package
3 metal anode/cathode contacts	7 sapphire	11 submount/package
4 patterned n-contact	8 wire bond	12 package

a) Thin-film-flip-chip LED

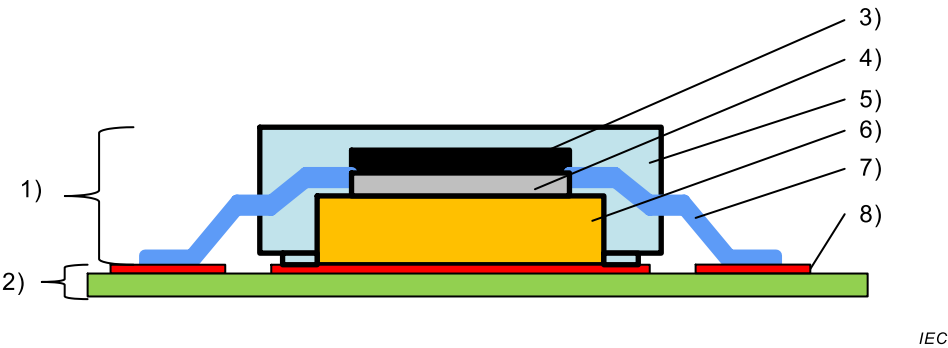
b) Flip-chip LED

c) Vertical thin-film-chip LED

Figure G.1 – Schematic drawings of LED dies

G.2 LED package

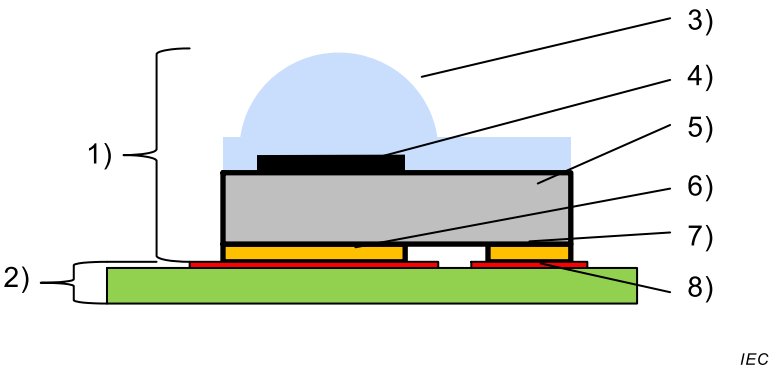
Schematic examples of LED packages are given in Figure G.2.



Key

- | | |
|-------------------------------|---------------------|
| 1 LED package | 5 Moulding compound |
| 2 Printed Circuit Board (PCB) | 6 Heat sink |
| 3 LED die | 7 Leads |
| 4 Die attach | 8 Copper tracks |

a) Surface mounted LED package with lead wires



Key

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1 LED package | 5 ceramic substrate |
| 2 Printed Circuit Board (PCB) | 6 thermal pad |
| 3 silicone lens | 7 electrical contact |
| 4 LED die | 8 copper tracks |

b) Surface mounted LED package without lead wires

Figure G.2 – Schematic drawings of LED packages

Annex H (informative)

Test equipment for temperature measurement

H.1 General

The following recommendations refer to methods of making temperature measurements on LED modules in a draught-proof enclosure. They are derived from IEC 60598-1, Annex K when methods of measurement have evolved as being particularly suitable for LED modules; alternative methods may be used, if it is established that they are of at least equal precision and accuracy.

H.2 Set-up and procedure

It is recommended to have a measurement set up able to achieve an uncertainty of measurement of $\pm 2,5$ °C.

Temperatures of solid materials are usually measured by means of thermocouples. The output voltage is read by a high-impedance device such as a potentiometer. With a direct-reading instrument, it is important to check that its input impedance is suited to the impedance of the thermocouple. Temperature-indicators of the chemical type are at present suitable only for rough checks of measurement.

The thermocouple wires should be of low thermal conductivity. A suitable thermocouple consists of 80/20 nickel-chromium paired with 40/60 nickel-copper (or with 40/60 nickel-aluminium). Each of the two wires (usually of strip form, or circular in section) is fine enough to pass through a 0,3 mm hole. All the end-portions of the wires liable to be exposed to radiation have a high-reflectance metal finish. The insulation of each wire is of suitable temperature and voltage rating; it is also thin but robust.

Thermocouples are attached to the measuring point with minimum disturbance of thermal conditions and with low-resistance thermal contact.

The following methods have been found useful for attaching thermocouple junctions at measuring points. Adequate adhesive solutions should be selected depending on LED module specification (especially with regard to power density at the measurement point).

- a) Soldering to a metal surface (with a minimum amount of solder) (solder under current-carrying parts should be avoided).
- b) By an adhesive (minimum amount required). The adhesive should not separate the thermocouple from the measuring point. An adhesive used with a translucent material should be as translucent as possible. A suitable adhesive for use with glass is formed of one part of sodium silicate to two parts of calcium sulphate, with water medium.

On non-metal parts, the last 20 mm of the thermocouple are attached to the surface to offset the flow of heat from the measuring point.

The average ambient temperature in the draught-proof enclosure is taken as the air temperature at a position near one of the perforated walls on a level with the centre of the LED module. The temperature is usually measured by a thermocouple soldered to a metal mass of approximately 30 g shielded against radiation by a double-walled cylinder of polished metal open at the top and bottom.

Annex I

(normative)

Use of IES LM-80 for lumen maintenance, colour rendering index and maintained chromaticity coordinates data

I.1 General

According to 9.1 (chromaticity coordinates), 9.3 (CRI) and 10.2 (lumen maintenance, luminous flux), both initial and maintained values for the LED module are measured. In order to reduce the test time for obtaining maintained values (at 25 % of rated life, maximum 6 000 h), data from IES LM-80 shall be used given that the conditions in Clause I.2 and the compliance criteria in Clause I.3 are met.

If neither the LED module nor the LED package have been tested in accordance with IES LM-80, then the full testing time according to this International Standard shall be conducted.

I.2 Criteria for the use of IES LM-80

I.2.1 LED package data used for LED modules

If data from an IES LM-80 test report applied to an LED package is available, the test conditions in 6.1 are applicable for LED modules with a test duration of 1 000 h.

For compliance criteria after 1 000 h testing, see Clause I.3.

I.2.2 LED module with IES LM-80 data

If the LED module has been tested in accordance with IES LM-80 including CRI, the test duration of 6.1 may be avoided.

The data for chromaticity, CRI and the lumen maintenance at 25 % of rated life, max. 6 000 h from the IES LM-80 test report, shall be taken and used to fulfil the maintained value requirements of 9.1, 9.3 and 10.2, respectively.

I.2.3 Boundary conditions

I.2.3.1 General

The combination of the selected maximum r.m.s. input current and maximum solder temperature from the IES LM-80 report shall represent the worst case condition of the LED module.

I.2.3.2 Temperature

All performance data of this standard are related to the reference temperature $t_{p, rated}$ on the LED module. $t_{p, rated}$ is measured at the reference location t_p -point on the LED module, defined by the manufacturer.

With the LED module operating at its own $t_{p, rated}$, the LED package case temperature, T_s , as defined by IES LM-80, shall be measured. The highest measured value of T_s , inside the LED module, shall not exceed the limit temperature T_s taken from the IES LM-80 report.

In case of an LED module family according to Table 4, the T_s temperature measurement shall be performed with the LED module configuration that results in the highest T_s temperature.

I.2.3.3 LED package input current

The maximum r.m.s. input current of the LED package in the LED module shall not exceed the r.m.s. input current that was tested as a part of the IES LM-80 test.

Where IES LM-80 is used for achieving lumen maintenance and maintained chromaticity coordinates data, any controlgear control circuits for automated compensation of the light output degradation over time shall be disabled.

I.3 Compliance criteria

I.3.1 Chromaticity coordinates

LED modules evaluated according to 9.1 with a maintained test duration as specified in I.2.1 shall meet the initial Colour variation category as declared by the manufacturer or responsible vendor according to Table 5.

I.3.2 Colour rendering index (CRI)

LED modules evaluated according to 9.3 with a maintained test duration as specified in I.2.1 shall meet the CRI value as declared by the manufacturer or responsible vendor according to Table 1 decreased by no more than 3 points.

I.3.3 Lumen maintenance factor

LED modules evaluated according to 10.2 with a maintained test duration as specified in I.2.1 shall meet the lumen maintenance code as declared by the manufacturer or responsible vendor according to Table 6.

Bibliography

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

IEC 62384, *DC or AC supplied electronic controlgear for LED modules – Performance requirements*

IEC 62612:2013, *Self-ballasted LED lamps for general lighting services with supply voltages > 50 V – Performance requirements*

IEC 62707-1, *LED-binning – Part 1: General requirements and white colour grid*

IEC 62722-1⁹, *Luminaire performance – Part 1: General requirements*

IEC PAS 62722-2-1, *Luminaire performance – Part 2-1: Particular requirements for LED luminaires*

CISPR 15:2005,¹⁰ *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*

CIE 84:1989, *The Measurement of Luminous Flux*

IES LM-79-08, *Electrical and photometric measurements of solid state lighting products*

JIS C 8155:2010, *LED modules for general lighting service – Performance requirements*

JIS Z 9112:2012, *Classification of fluorescent lamps and solid state lighting products by chromaticity and colour rendering property*

Journal of the Optical Society of America, 1943

⁹ To be published.

¹⁰ Seventh edition. This edition has been replaced in 2013 by CISPR 15:2013, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	53
INTRODUCTION.....	56
1 Domaine d'application	57
1.1 Généralités	57
1.2 Énoncé	59
2 Références normatives	59
3 Termes et définitions	60
4 Marquage	64
4.1 Marquage obligatoire	64
4.2 Marquage additionnel.....	65
5 Dimensions.....	65
6 Conditions d'essai	65
6.1 Conditions générales d'essai	65
6.2 Création de familles de modules de LED pour réduire l'effort d'essai	66
6.2.1 Généralités	66
6.2.2 Variations au sein d'une famille	66
6.2.3 Essais de conformité des membres de la famille.....	67
7 Entrée électrique du module de LED.....	68
7.1 Puissance du module de LED	68
7.2 Facteur de déphasage (u.c.)	68
8 Rendement lumineux normalisé	68
8.1 Flux lumineux	68
8.2 Répartition de l'intensité lumineuse, intensité maximale et angle du faisceau.....	68
8.2.1 Généralités	68
8.2.2 Mesurage	69
8.2.3 Répartition de l'intensité lumineuse	69
8.2.4 Valeur de l'intensité maximale	69
8.2.5 Valeur de l'angle du faisceau	69
8.3 Efficacité lumineuse.....	69
9 Coordonnées trichromatiques, température de couleur proximale (CCT) et rendu des couleurs	69
9.1 Coordonnées trichromatiques	69
9.2 Température de couleur proximale (CCT)	70
9.3 Indice de rendu des couleurs (IRC).....	71
10 Durée de vie du module de LED	71
10.1 Généralités	71
10.2 Conservation du flux lumineux	71
10.3 Essais d'endurance.....	73
10.3.1 Généralités	73
10.3.2 Essai de cycles de températures	73
10.3.3 Essai de commutation d'alimentation	75
10.3.4 Essai accéléré de durée de fonctionnement.....	75
11 Vérification	76
12 Informations relatives à la conception du luminaire.....	76

Annexe A (normative) Méthode de mesure des caractéristiques des modules de LED	77
A.1 Généralités	77
A.2 Caractéristiques électriques	78
A.2.1 Tension, courant ou puissance d'essai	78
A.2.2 Vieillessement	78
A.3 Caractéristiques photométriques	78
A.3.1 Tension, courant ou puissance d'essai	78
A.3.2 Flux lumineux	78
A.3.3 Répartition de l'intensité lumineuse	79
A.3.4 Intensité maximale	79
A.3.5 Angle du faisceau	79
A.3.6 Rendu des couleurs	79
A.3.7 Valeurs des coordonnées trichromatiques	79
Annexe B (informative) Informations relatives à la conception du luminaire	80
B.1 Stabilité de la température	80
B.2 Procédure de tri ("binning") des couleurs pour les LED de couleur blanche	80
B.3 Degré de protection du module de LED	80
Annexe C (informative) Explication des méthodes de mesure recommandées de durée de vie du produit à LED	81
C.1 Généralités	81
C.2 Spécification de la durée de vie pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé	82
C.3 Spécification de la durée de vie pour la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé	84
C.4 Dégradation progressive et brusque combinée du rendement lumineux normalisé	85
C.5 Vue d'ensemble des méthodes de mesure de durée de vie des LED et des groupes de produits d'éclairage associés	86
C.6 Exemple de valeurs de mesure de durée de vie	88
Annexe D (normative) Explication du code photométrique	90
Annexe E (normative) Mesurage du facteur de déphasage	91
E.1 Généralités	91
E.2 Définition de l'angle de déphasage	91
E.3 Exigences relatives aux mesurages	92
E.3.1 Circuit de mesure et source d'alimentation	92
E.3.2 Exigences relatives aux appareils de mesure	92
E.3.3 Conditions d'essai	92
Annexe F (informative) Explication du facteur de déphasage	93
F.1 Généralités	93
F.2 Valeurs recommandées pour le facteur de déphasage	94
Annexe G (informative) Exemples de puces LED et de LED encapsulées	95
G.1 Puce LED	95
G.2 LED encapsulées	96
Annexe H (informative) Équipement d'essai pour le mesurage de la température	97
H.1 Généralités	97
H.2 Réglage et procédure	97
Annexe I (normative) Utilisation de l'IES LM-80 relative à la conservation du flux lumineux, indice de rendu des couleurs et données de coordonnées trichromatiques maintenues	98

I.1	Généralités	98
I.2	Critères relatifs à l'utilisation de l'IES LM-80	98
I.2.1	Données de LED encapsulées utilisées pour les modules de LED	98
I.2.2	Module de LED avec données de l'IES LM-80.....	98
I.2.3	Conditions limites	98
I.3	Critères de conformité.....	99
I.3.1	Coordonnées trichromatiques	99
I.3.2	Indice de rendu des couleurs (IRC).....	99
I.3.3	Facteur de conservation du flux lumineux	99
	Bibliographie.....	100
	Figure 1 – Types de modules de LED	58
	Figure 2 – Dépréciation du flux lumineux pendant la durée d'essai	73
	Figure C.1 – Rendement lumineux au cours de la durée de vie d'un luminaire à base de LED constitué d'un module de LED unique.....	82
	Figure C.2 – Spécification de la durée de vie pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé	83
	Figure C.3 – Courbe de fiabilité R_{brusque} pour la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé	84
	Figure C.4 – Courbe de fiabilité $R_{\text{progressive}}$ pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé	85
	Figure C.5 – Dégradation combinée $R_{\text{progressive}}$ et R_{brusque}	86
	Figure C.6 – Vue d'ensemble des méthodes de mesure de durée de vie des LED.....	88
	Figure E.1 – Définition de l'angle de déphasage du courant fondamental ϕ_1 (I_1 est en avance par rapport à U_{mains} , $\phi_1 > 0$).....	91
	Figure E.2 – Définition de l'angle de déphasage du courant fondamental ϕ_1 (I_1 est en retard par rapport à U_{mains} , $\phi_1 < 0$).....	92
	Figure G.1 – Dessins schématiques de puces LED	95
	Figure G.2 – Dessins schématiques de LED encapsulées	96
	Tableau 1 – Marquage obligatoire et emplacement du marquage ¹	64
	Tableau 2 – Informations relatives à la durée de vie du module de LED.....	65
	Tableau 3 – Marquage facultatif et emplacement du marquage.....	65
	Tableau 4 – Variations autorisées au sein d'une famille	67
	Tableau 5 – Tolérance (catégories) sur les valeurs assignées des coordonnées trichromatiques	70
	Tableau 6 – Code de conservation du flux lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1	72
	Tableau 7 – Effectifs d'échantillon.....	76
	Tableau C.1 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie pour les caractéristiques assignées du facteur de maintenance du flux lumineux	88
	Tableau C.2 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie pour la défaillance brusque	88
	Tableau C.3 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie de x pour la durée de vie médiane de la lampe à LED (défaillances combinées)	89
	Tableau C.4 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie	89
	Tableau F.1 – Valeurs recommandées pour le facteur de déphasage.....	94

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MODULES DE LED POUR ÉCLAIRAGE GÉNÉRAL – EXIGENCES DE PERFORMANCE

AVANT-PROPOS

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

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 62717 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2014-12) [documents 34A/1796/FDIS et 34A/1817/RVD] et son amendement 1 (2015-09) [documents 34A/1853/FDIS et 34A/1870/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La norme internationale IEC 62717 a été établie par le sous-comité 34A: Lampes, du comité d'études 34 de l'IEC: Lampes et équipements associés.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC PAS 62717:

- tous les termes et définitions sont alignés avec l'IEC 62504 et les documents pertinents de la CIE. Par exemple, les termes généraux comme "valeur nominale" sont décalés par rapport à l'IEC 62504;
- une déclaration sur l'applicabilité d'une population est incluse;
- les références normatives sont complétées et nettoyées des normes qui ne sont pas en usage;
- en ce qui concerne la CEM, les références aux courants harmoniques sont données;
- le changement, qui a un effet sur la plupart des parties de la norme, est la scission du mécanisme de défaillance sur les défaillances brutales et la baisse du flux lumineux. Par conséquent, de nouveaux termes et définitions, de nouvelles exigences pour la conservation du flux lumineux, une nouvelle structure complète et le contenu de l'annexe C sont introduits;
- la transition de t_{pmax} à t_{prated} est faite, avec le fond qu'il n'y a pas un t_{pmax} , mais un choix de t_p (classé) des valeurs, en rapport avec la durée de vie;
- les endroits où marquer (produits, emballages, feuilles de données) sont modifiés, en conséquence de la scission des mécanismes de défaillance, de nouveaux paramètres sont répertoriés. En outre, les changements dans l'essai d'endurance (vitesse de montée en température) sont pris en compte dans le marquage;
- la notion de facteur de déplacement à la place du facteur de puissance est introduite. Cela a conduit à de nouvelles définitions, des exigences et les Annexes E et F;
- les exigences en matière d'efficacité lumineuse sont modifiées;
- les exigences associées à la notion de famille sont passés en revue;
- les statistiques, basées sur des intervalles de confiance sont supprimés. Cela concerne les exigences et les limites de la puissance du module LED et du flux lumineux ainsi que la suppression de l'Annexe E;
- de nouvelles exigences relatives à la conservation du flux lumineux sont introduites;
- dans le cadre de l'essai d'endurance, la diminution maximum de lumière après l'essai accéléré de durée de fonctionnement est maintenant corrigée;
- en ce qui concerne la discussion sur l'essai de type et la taille de l'échantillon, le nombre de pièces dans un échantillon de test est fortement réduite, voir Tableau 7;
- l'Annexe A sur les méthodes de mesure est complètement restructurée et révisée, par exemple pour la température ambiante, raccourcir le temps de stabilisation lors des mesures de sortie de la lumière ultérieures;
- pour les caractéristiques électriques, le temps de vieillissement peut être choisi comme 500 h;
- pour les formats de fichiers de données photométriques référence est faite à l'IEC 62722-1;
- les erreurs dans le code photométrique (Annexe D) sont corrigées;
- l'Annexe G de la durée d'essai optimisée est supprimée; à la place, un bulletin INF est publiée;
- depuis la norme du luminaire, une nouvelle Annexe H sur "l'équipement d'essai pour la mesure de la température" est prise en charge;

- enfin, la bibliographie est mise à jour.

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

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- exigences et définitions: caractères romains;
- *modalités d'essai: caractères italiques;*
- NOTES: petits caractères romains;

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

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

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

INTRODUCTION

La première édition d'une norme de performance (précurseur: IEC PAS 62717) concernant les modules de LED pour les applications d'éclairage général reconnaît le besoin d'essais appropriés pour cette nouvelle source lumineuse électrique, parfois appelée "solid state lighting" (éclairage à semi-conducteurs). La publication est étroitement liée à la publication de norme de performance (qui a aussi débuté avec une Publicly Available Specification) à la fois développée pour les luminaires en général (IEC 62722-1) et pour les luminaires à LED (IEC 62722-2-1). Les modifications apportées à la norme relative aux modules de LED ont une incidence sur les normes relatives aux luminaires et inversement, en raison du comportement de la LED. Par conséquent, la présente norme a été élaborée en étroite collaboration avec les experts des deux produits.

Les dispositions de la norme représentent la connaissance technique des experts des domaines de l'industrie des semi-conducteurs (puce LED) et de ceux des sources traditionnelles de lumière électrique.

Trois types de modules de LED sont traités: à appareillage intégral, avec des moyens de commande à bord, mais à appareillage séparé ("semi-intégré"), et à appareillage externe complet.

MODULES DE LED POUR ÉCLAIRAGE GÉNÉRAL – EXIGENCES DE PERFORMANCE

1 Domaine d'application

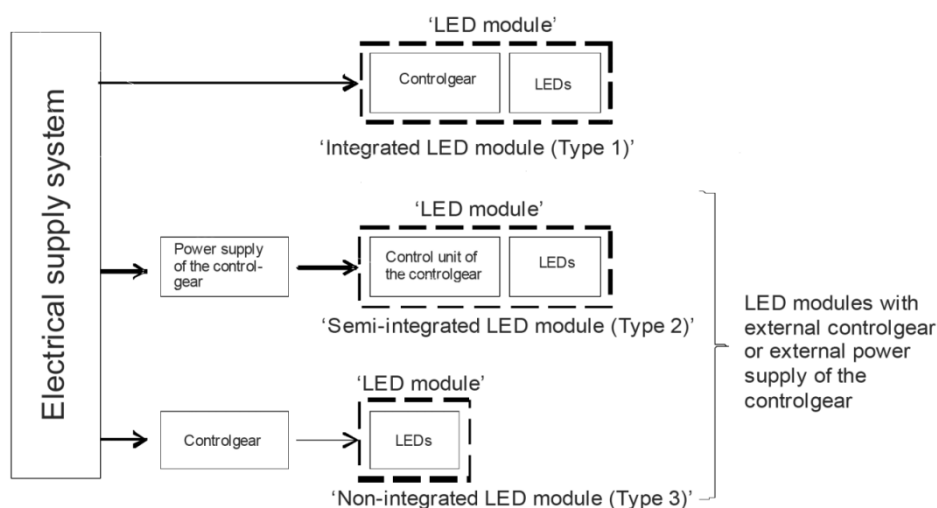
1.1 Généralités

La présente Norme Internationale spécifie les exigences de performance pour les modules de LED, ainsi que les méthodes et les conditions d'essai, nécessaires pour démontrer la conformité à la présente norme. Les types suivants de modules de LED se distinguent et sont représentés schématiquement à la Figure 1:

Type 1: Modules de LED intégrés pour utilisation sur des alimentations à courant continu jusqu'à 250 V ou à courant alternatif 50 Hz ou 60 Hz jusqu'à 1 000 V.

Type 2: Modules de LED fonctionnant avec une partie de l'appareillage externe connecté à la tension du réseau, et comportant d'autres moyens de commande internes ("semi-intégrés") pour un fonctionnement sous une tension constante, un courant constant ou une puissance constante.

Type 3: Modules de LED où l'appareillage complet est séparé du module de LED (non-intégré) pour un fonctionnement sous une tension constante, un courant constant ou une puissance constante.



IEC

Légende

Anglais	Français
Electrical supply system	Système d'alimentation électrique
LED module	Module de LED
Controlgear	Appareillage
LEDs	LED
Integrated LED module (Type 1)	Module de LED intégré (Type 1)
Power supply of the controlgear	Alimentation électrique de l'appareillage
Control unit of the controlgear	Unité de commande de l'appareillage
Semi-integrated LED module (Type 2)	Module de LED semi-intégré (Type 2)
Non-integrated LED module (Type 3)	Module de LED non intégré (Type 3)
LED modules with external controlgear or external power supply of the controlgear	Modules de LED à appareillage externe ou alimentation électrique externe de l'appareillage

L'alimentation de l'appareillage pour modules de LED semi-lestées (type 2) est un dispositif électronique capable de contrôler courant, tension ou puissance dans les limites de conception.

Le contrôleur de l'appareillage pour modules de LED semi-lestées (type 2) est un dispositif électronique de contrôle de l'énergie électrique pour les LED.

Un module LED avec appareillage externe distinct peut être soit un module LED non ballasté ou un module de LED semi-ballasté.

Figure 1 – Types de modules de LED

Les exigences de la présente Norme concernant uniquement les essais de type.

Les recommandations relatives aux essais de produits en intégralité ou aux essais par lot sont à l'étude.

La présente norme couvre les modules de LED, à base d'une technologie de LED inorganiques, qui produit une lumière blanche.

La durée de vie des modules de LED est, dans la plupart des cas, beaucoup plus longue que les durées appliquées dans les essais pratiques. Par conséquent, la vérification des déclarations de durée de vie du fabricant ne peut pas être effectuée de manière suffisamment fiable, parce que la projection des données d'essai plus loin dans le temps n'est pas normalisée. Pour cette raison, l'acceptation ou le rejet d'une déclaration de durée de vie des

fabricants, au-delà d'un temps de fonctionnement tel qu'énoncé en 6.1, est hors du domaine d'application de la présente norme.

Ainsi, au lieu de considérer la validation de la durée de vie, la présente norme tient compte des codes de conservation du flux lumineux après une durée d'essai limitée définie. Par conséquent, le numéro de code n'implique nullement une prévision de durée de vie réalisable. Les catégories, représentées par le code, sont des catégories à caractère de dépréciation du flux lumineux présentant un comportement en accord avec les informations du fabricant qui sont fournies avant le début de l'essai.

Afin de valider une déclaration de durée de vie, une extrapolation des données d'essai est nécessaire. Une méthode générale de projection des données de mesure au-delà de la durée d'essai limitée est à l'étude.

Le critère de réussite/d'échec appliqué pour l'essai de durée de vie tel que défini dans la présente norme est différent de la méthode de mesure de durée de vie déclarée par les fabricants. Pour de plus amples explications sur les méthodes de mesure recommandées de durée de vie, se référer à l'Annexe C.

NOTE Lorsque les modules de LED fonctionnent dans un luminaire, les données de performance déclarées peuvent s'écarter des valeurs établies par la présente norme en raison, par exemple, des composants des luminaires qui influent sur la performance du module de LED.

L'appareillage électronique séparé pour les modules de LED tel que mentionné dans le Type 2 et le Type 3 ne fait pas partie des essais par rapport aux exigences de la présente norme.

Pour la protection contre la pénétration de l'eau et de la poussière, se référer à B.3.

1.2 Énoncé

Il est admis que les modules de LED intégrés qui sont conformes à la présente norme démarreront et fonctionneront de manière satisfaisante à des tensions comprises entre 92 % et 106 % de la tension d'alimentation assignée. Les modules de LED à appareillage séparé sont censés démarrer et fonctionner de façon satisfaisante en combinaison avec l'appareillage spécifié conforme à l'IEC 61347-2-13 et à l'IEC 62384. Tous les modules de LED sont censés démarrer et fonctionner de façon satisfaisante lorsqu'ils sont utilisés dans les conditions spécifiées par le fabricant des modules de LED et dans un luminaire conforme à l'IEC 60598-1.

Les exigences relatives aux modules individuels s'appliquent pour 95 % de la population.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60050-845:1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 845: Éclairage*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-3-5:2001, *Essais d'environnement – Partie 3-5: Documentation d'accompagnement et guide – Confirmation des performances des chambres d'essai en température*

IEC 60081, *Lampes à fluorescence à deux culots – Prescriptions de performance*

IEC 61000-3-2:2005,¹ *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*
IEC 61000-3-2:2005/AMD 1:2008
IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009

IEC 61000-4-7, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-7: Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés*

IEC TR 61341, *Méthode de mesure de l'intensité dans l'axe du faisceau et de l'angle (ou des angles) d'ouverture des lampes à réflecteur*

IEC 61347-2-13, *Appareillages de lampes – Partie 2-13: Exigences particulières pour les appareillages électroniques alimentés en courant continu ou alternatif pour les modules de DEL*

IEC 62031:2008, *Modules de DEL pour éclairage général – Spécifications de sécurité*

IEC 62504, *Éclairage général – Produits à diode électroluminescente (LED) et équipements associés – Termes et définitions*

CIE 13.3:1995, *Method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources* (disponible en anglais seulement)

CIE 121:1996, *The photometry and goniophotometry of luminaires* (disponible en anglais seulement)

CIE 177:2007, *Colour rendering of white LED light sources* (disponible en anglais seulement).

IES LM-80, *IES Approved Method: Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources* (disponible en anglais uniquement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 62504 et l'IEC 60050-804, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

tension, courant ou puissance d'essai

tension, courant ou puissance d'entrée, auxquels les essais sont réalisés

Note 1 à l'article: La spécification de la tension, du courant ou de la puissance d'essai est donnée en A.2.

3.2

facteur de maintenance du flux lumineux

Unité: %

rapport, exprimé en pourcentage x , du flux lumineux émis par une source lumineuse à un moment donné de sa vie à son flux lumineux initial émis

¹ Troisième édition. Cette édition a été remplacée en 2014 par l'IEC 61000-3-2:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*.

Note 1 à l'article: Le facteur de maintenance du flux lumineux d'une source lumineuse à LED inclut la dégradation des pièces optiques, l'effet de la diminution de l'émission du flux lumineux du boîtier de LED et la ou les défaillances des LED encapsulées individuels si la source lumineuse à LED contient plusieurs LED encapsulées.

3.3

valeur initiale

caractéristiques photométriques et électriques à la fin de la période de vieillissement et de la durée de stabilisation

[SOURCE: IEC 62612:2013, 3.4, modifiée – Le mot «colorimétrique» et la note à l'entrée ont été supprimées]

3.4

valeurs maintenue

caractéristique photométrique et électrique après un temps de fonctionnement dans des conditions d'essai normalisées, y compris le temps de stabilisation

Note 1 à l'article: Les conditions d'essai sont indiquées dans la présente norme.

3.5

défaillance paramétrique

flux lumineux

défaillance d'un module de LED opérationnel à produire un flux lumineux supérieur ou égal au flux lumineux se rapportant au facteur de maintenance du flux lumineux x

Note 1 à l'article: Pour les besoins de la présente norme, le produit à LED est un module de LED.

Note 2 à l'article: Pour une illustration du mode de défaillance progressive, causant une défaillance paramétrique, voir la Figure C.1.

3.6

défaillance brusque

défaillance d'un produit à LED à fonctionner ou à produire un flux lumineux

Note 1 à l'article: Pour les besoins de la présente norme, le produit à LED est un module de LED.

Note 2 à l'article: Le terme "défaillance complète" est communément utilisé pour les mêmes besoins.

Note 3 à l'article: Pour l'illustration du mode de défaillance brusque, voir la Figure C.1.

3.7

durée de vie utile médiane (des modules de LED)

durée de vie (des modules de LED)

L_x

période de temps pendant laquelle 50 % (B_{50}) d'une population de modules de LED opérationnels du même type ont du point de vue paramétrique échoué à fournir au moins un pourcentage x du flux lumineux initial

Note 1 à l'article: La durée de vie utile médiane inclut uniquement les modules de LED opérationnels.

[SOURCE: IEC 60050-845:1987, 845-07-61, modifiée – nouvelle définition]

3.8

probabilité de défaillance brusque

$F(t)$

probabilité qu'un module de LED, prélevé d'une population de modules de LED du même type, ne réussisse pas à fonctionner après un temps donné, t

Note 1 à l'article: $LSF(t) = 1 - F(t)$, LSF est le facteur de survie de la lampe (Lamp Survival Factor, en anglais), [CIE 097 modifiée].

3.9**valeur de défaillance brusque***AFV*centile de modules de LED ayant échoué à fonctionner à la durée de vie utile médiane, L_x Note 1 à l'article: $AFV = F(L_x) \times 100 \%$; $LSF(L_x) = 1 - F(L_x)$.Note 2 à l'article: Exemple: Si $L_x = 20\,000$ h et $AFV = F(20\,000 \text{ h}) \times 100 \% = 7 \%$, cela entraîne $LSF(20\,000 \text{ h}) = 1 - 0,07 = 0,93$.

Note 3 à l'article: L'abréviation "AFV" est dérivée du terme anglais développé correspondant "abrupt failure value".

3.10**temps jusqu'à la défaillance brusque***C_y*période de temps pendant laquelle $y \%$ d'une population de modules de LED du même type initialement opérationnels échouent à produire un flux lumineux

Note 1 à l'article: Le temps jusqu'à la défaillance brusque inclut uniquement les modules de LED non opérationnels.

Note 2 à l'article: $C_{AFV} = L_x$.**3.11****valeur de défaillance combinée***CFV*centile de modules de LED ayant échoué du fait soit du mode de défaillance paramétrique soit du mode de défaillance brusque à la durée de vie utile médiane, L_x Note 1 à l'article: $CFV = 50 + 0,5 \times AFV$.Note 2 à l'article: Exemple: Si $AFV = 15 \%$, cela entraîne $CFV = 50 + 0,5 \times 15 = 57,5 \%$.

Note 3 à l'article: L'abréviation "CFV" est dérivée du terme anglais développé correspondant "combined failure value".

3.12**durée de vie combinée (des lampes à LED)***M_xF_y*période de temps pendant laquelle $y \%$ (F_y) d'une population de lampes à LED du même type initialement opérationnelles ont échoué du fait soit du mode de défaillance paramétrique soit du mode de défaillance brusque

Note 1 à l'article: La durée de vie combinée (des lampes à LED) inclut les lampes à LED opérationnelles et non opérationnelles.

3.13**durée de vie combinée médiane (des lampes à LED)***M_x*période de temps pendant laquelle 50 % (F_{50}) d'une population de lampes à LED du même type initialement opérationnelles ont échoué du fait soit du mode de défaillance paramétrique soit du mode de défaillance brusque

Note 1 à l'article: La durée de vie combinée médiane (des lampes à LED) inclut les lampes à LED opérationnelles et non opérationnelles.

3.14**code photométrique²**

désignation de couleur d'un module de LED donnant une lumière blanche, définie par la température de couleur proximale et l'indice général de rendu des couleurs

Note 1 à l'article: La définition du code photométrique est donnée dans l'IEC 62504 en tant que désignation de couleur de la lumière.

3.15

point t_p

emplacement désigné du point de mesure des températures de performance t_p et $t_{p \text{ rated}}$ à la surface du module de LED

3.16

température t_p

température au point t_p , relative à la performance du module de LED

Note 1 à l'article: $t_p \leq t_c$. Cela est uniquement le cas lorsque l'emplacement de t_p et de t_c est le même. Pour t_c , voir 3.10 de l'IEC 62031:2008.

Note 2 à l'article: Pour une durée de vie donnée, la température t_p est une valeur fixe et non une variable.

Note 3 à l'article: Il peut y avoir plus d'une température t_p , en fonction de la déclaration de durée de vie.

3.17

valeur maximale recommandée de la température de fonctionnement de module de LED

$t_{p \text{ rated}}$

température de fonctionnement maximale à laquelle les caractéristiques assignées de performance sont déclarées par le fabricant ou le fournisseur responsable

Note 1 à l'article: $t_{p \text{ rated}} \leq t_c$. Cela est uniquement le cas lorsque l'emplacement de $t_{p \text{ rated}}$ et de t_c est le même. Pour t_c , voir 3.10 de l'IEC 62031:2008.

3.18

puce LED

bloc de matériau semi-conducteur sur lequel un circuit fonctionnel donné est fabriqué

Note 1 à l'article: Pour un dessin schématique d'une puce LED, voir Figure G.1.

3.19

facteur de déphasage

exprimé par $\cos \varphi_1$, où φ_1 est l'angle de phase entre la fondamentale de la tension du réseau d'alimentation et le fondamental du courant du réseau

3.20

module de LED adaptable

module de LED qui est conçu conformément à une certaine règle de conception et peut être exprimé par les caractéristiques proportionnelles à une dimension géométrique spécifique

Note 1 à l'article: Par exemple, un module de LED linéaire qui est conçu de telle sorte que la puissance consommée par unité de longueur est une valeur constante. Dans le cas d'une puissance consommée de 10 W, le flux lumineux total est de 500 lm par 50 cm de longueur du module de LED. Dans le cas d'une puissance consommée de 20 W, le flux lumineux total est de 1 000 lm par 100 cm de longueur du module de LED. Les modules de LED sont considérés comme adaptables, s'ils sont disposés sur une bobine ou sur une unité similaire plus grande.

3.21

famille

groupe de modules de LED présentant les mêmes caractéristiques et la même méthode de commande (intégrée, semi-intégrée, non intégrée), les groupes sont classés selon leurs caractéristiques communes relatives aux matériaux, aux composants et/ou à la méthode de traitement

4 Marquage

4.1 Marquage obligatoire

Les informations concernant les paramètres montrés dans le Tableau 1 doivent être fournies par le fabricant ou le fournisseur responsable et être placées selon les indications correspondantes.

Les informations doivent être relatives à la température de fonctionnement maximale de performance $t_{p \text{ rated}}$, sauf pour le point t_p (point j du Tableau 1), les dimensions (point n) et la disponibilité d'un dissipateur thermique (point o).

Ces informations complètent le marquage obligatoire exigé par l'IEC 62031.

Pour les modules de LED adaptables, voir 6.1 et marquer les dimensions de référence dans la notice.

Tableau 1 – Marquage obligatoire et emplacement du marquage ¹

Paramètres	Module de LED	Emballage	Fiches techniques, notices ou site web concernant le module de LED
a) Flux lumineux assigné (lm)	-	x ⁵	x
b) Code photométrique (Voir Annexe D) ⁴	-	x ⁵	x
c) Durée de vie utile médiane assignée (h) et facteur de maintenance du flux lumineux assigné associé (x)	-	-	x
d) Valeur de défaillance brusque assignée (%)	-	-	x
e) Code de conservation du flux lumineux (voir le Tableau 6)	-	-	x
f) Catégories de valeurs assignées des coordonnées trichromatiques, initiales et maintenues (voir le Tableau 5)	-	-	x
g) Température de couleur proximale (K)	-	-	x
h) Indice de rendu des couleurs assigné	-	-	x
i) $t_{p \text{ rated}}$ ³ du module de LED (°C)	x ²	-	x
j) Point t_p	x ³	-	x ³
k) Temps de vieillissement (h), si différent de 0 h	-	-	x
l) Gamme de température ambiante	-	-	x
m) Efficacité assignée (lm/W)	-	-	x
n) Dimensions, y compris les tolérances dimensionnelles	-	-	x
o) Disponibilité d'un dissipateur thermique	-	-	x
s) Facteur de déphasage	-	-	x
t) Rampe de température			
1 K/min ou	-	-	x
10 K/min	-	-	x
¹ Les exigences régionales peuvent s'appliquer et prévaloir. ² Si l'espace sur le module de LED n'est pas assez grand, le marquage sur l'emballage uniquement est suffisant. ³ Dans le cas où le point t_p et le point t_c sont à la même position, alors le point t_p n'est pas marqué séparément sur le module de LED, mais indiqué dans la fiche produit. Le marquage du point t_p peut facultativement être sur le produit ou sur les fiches techniques / les notices / les sites web du produit. ⁴ À l'étude. ⁵ Le marquage selon a) et b) du Tableau 1 n'est pas exigé sur l'emballage lorsque le produit n'est pas livré dans un emballage consommateur final.			
(x = exigé, – = non exigé)			

4.2 Marquage additionnel

Pour les modules de LED intégrés avec ou sans moyen de gestion de la chaleur, les relations entre au moins 3 températures au point t_p , y compris la température recommandée $t_{p \text{ rated}}$ conformément au Tableau 1, et chaque durée de vie estimée peuvent être fournies par le fabricant ou par le fournisseur responsable. Voir le Tableau 2 comme un exemple.

Pour les modules de LED indépendants, les relations entre au moins 3 températures ambiantes, y compris 25 °C, et chaque durée de vie estimée peuvent être fournies par le fabricant ou par le fournisseur responsable. Voir le Tableau 2 comme un exemple.

Tableau 2 – Informations relatives à la durée de vie du module de LED

Température t_p (°C) mesurée au point t_p	XX ^a	XX ^a	XX ^a
Durée de vie assignée (h)	XX XXX ^a	XX XXX ^a	XX XXX ^a
^a Valeurs à déclarer par le fabricant du module de LED.			

Des informations complémentaires fournies par fabricant du module de LED relatives aux températures t_p et aux durées de vie données dans le tableau sont autorisées. Pour la durée de vie choisie, t_p est une valeur fixe.

NOTE La vérification n'est actuellement pas couverte par la présente norme.

En complément à 4.1, le marquage tel que donné dans le Tableau 3 peut être utilisé.

Tableau 3 – Marquage facultatif et emplacement du marquage

Paramètres	Module de LED	Emballage	Fiches techniques, notices ou site web concernant le module de LED
a) répartition de l'intensité lumineuse	-	-	x
b) angle du faisceau	-	-	x
c) intensité maximale	-	-	x
(x = exigé, – = non exigé)			

5 Dimensions

Toutes les dimensions mesurées des modules de LED dans un échantillon doivent respecter les tolérances telles que déclarées par le fabricant ou le fournisseur responsable.

La conformité est vérifiée par des moyens appropriés de mesure.

6 Conditions d'essai

6.1 Conditions générales d'essai

Les modules LED pour lesquelles la conformité à cette norme est demandée doivent se conformer aux exigences de la norme de sécurité IEC 62031.

Pour la conformité aux exigences CEM, à l'exception des harmoniques, il est fait référence aux exigences régionales. Pour les normes pertinentes, voir la bibliographie.

Il convient de considérer que seuls les types de modules LED sont soumis à des exigences de CEM qui

- en cas de courant harmonique sont directement raccordés au réseau et ont des éléments actifs en place;
- en cas de perturbations rayonnées ou conduites ils sont reliés directement au réseau (type 1) ou à une batterie;
- dans le cas d'immunité ils sont directement reliés au réseau électrique (type 1) ou à une batterie.

La durée des essais est de 25 % de la durée de vie assignée jusqu'à un maximum de 6 000 h.

En variante, les données d'essais issues de l'IES LM-80 doivent être utilisées pour le calcul des valeurs maintenues à 25 % de la durée de vie assignée, maximum 6 000 h, ainsi que les critères de conformité associés, comme spécifié dans l'Annexe I.

NOTE D'autres modules de LED au sein de la même famille (voir 3.21) peuvent être soumis à une durée d'essai inférieure. Pour l'identification d'une famille, voir le Tableau 4; pour plus de détails concernant les tailles des échantillons pour les essais de familles, voir le Tableau 7.

Les conditions d'essai relatives aux essais des caractéristiques électriques et photométriques, de la conservation du flux lumineux et de la durée de vie sont données dans l'Annexe A.

Tous les essais sont effectués sur "*n*" modules de LED du même type. Le nombre "*n*" doit être un minimum de produits tel qu'indiqué dans le Tableau 7. Les modules de LED utilisés pour les essais d'endurance ne doivent pas être utilisés pour d'autres essais.

En cas de modules de LED Type 2 et Type 3, l'essai exige le fonctionnement, respectivement avec une alimentation électrique de référence séparée et un appareillage de référence séparé. La spécification relative à l'alimentation électrique de référence et à l'appareillage de référence doit être effectuée par le fabricant ou le fournisseur responsable des modules de LED.

Les modules de LED à commande de gradation doivent être réglés au rendement maximal pour tous les essais.

Les modules de LED à point de couleur réglable, doivent être réglés/établis à une valeur fixe, telle qu'indiquée par le fabricant ou le fournisseur responsable.

Les modules de LED qui sont adaptables, par exemple modules de LED à géométrie linéaire, mais de très grande longueur, doivent être soumis à l'essai à une longueur de 50 cm ou, s'ils ne sont pas adaptables, à la valeur la plus proche de 50 cm. Le fabricant du module de LED doit indiquer quel appareillage est approprié à cette longueur.

6.2 Création de familles de modules de LED pour réduire l'effort d'essai

6.2.1 Généralités

L'introduction de famille a pour but de guider les fabricants de modules de LED vers les conceptions de plates-formes pour donner ainsi la possibilité d'utiliser les données du produit de référence existant qui a déjà été soumis à l'essai pendant une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1. Le produit de référence est considéré comme étant le premier module de LED respectant la présente norme et désigné comme faisant partie de la famille.

6.2.2 Variations au sein d'une famille

Chaque famille de modules de LED exige une considération au cas par cas. Il convient que la gamme de modules de LED soit fabriquée par le même fabricant, dans le cadre du même système d'assurance qualité. Il convient que les variations de type relatives à la gamme (par exemple CCT) soient essentiellement identiques par rapport aux matériaux utilisés, aux composants et à la construction appliqués. Il convient de sélectionner l'échantillon/les échantillons d'essai de type avec la collaboration du fabricant et du laboratoire d'essais.

Les exigences relatives à l'identification d'une famille de modules de LED pour les essais de type sont données dans la définition 3.21 et utilisées dans le Tableau 4.

La durée des essais peut être réduite au sein de la famille de 1 000 h³ dans le cas où les variations des caractéristiques des pièces sont conformes aux conditions indiquées dans le Tableau 4. Les composants critiques demeurent les mêmes ou la même technologie et des matériaux de version actualisée sont utilisés.

Tableau 4 – Variations autorisées au sein d'une famille

Caractéristiques de pièce qu'il est prévu de faire varier	Conditions d'acceptation
Logement/châssis, gestion du dissipateur thermique/de la chaleur	La valeur du point de mesure de la température du boîtier de LED (l'emplacement et sa valeur donnés par le fournisseur du module de LED) et d'autres composants reste à la même valeur ou à une valeur inférieure, si la durée de vie assignée est la même que celle du produit de référence ou supérieure, telle qu'indiquée et spécifiée par le fabricant ou le fournisseur responsable (voir aussi NOTE 1).
Optique (voir NOTE 2)	Les résultats des essais montrant l'effet du changement du matériau optique doivent être documentés dans le dossier technique du fabricant.
Boîtier de LED	t_p reste à la même valeur ou à une valeur inférieure, si la durée de vie assignée est la même que celle du produit de référence ou supérieure, telle qu'indiquée et spécifiée par le fabricant ou le fournisseur responsable (voir aussi NOTE 1)
Appareillage (Applicable pour les modules de LED Type 1 ou Type 2)	t_p reste à la même valeur ou à une valeur inférieure, si la durée de vie assignée est la même que celle du produit de référence ou supérieure, telle qu'indiquée et spécifiée par le fabricant ou le fournisseur responsable. Une défaillance statistique doit montrer des défaillances égales ou inférieures.
NOTE 1 La valeur de t_p peut être utilisée tant que la corrélation entre la valeur de mesure de la température de la LED et t_p est définie (processus à l'étude).	
NOTE 2 L'optique comprend par exemple l'optique secondaire (lentilles), les réflecteurs, la garniture et le joint ainsi que leurs interconnexions. Il convient que les résultats se rapportent aux modifications dans le flux lumineux, l'intensité lumineuse maximale, la répartition de l'intensité lumineuse, l'angle du faisceau, le décalage des coordonnées de couleur, le décalage de la CCT et le décalage de l'IRC.	

Toutes les modifications des tolérances des pièces sont documentées dans le dossier technique du fabricant.

6.2.3 Essais de conformité des membres de la famille

Les caractéristiques de performance suivantes des membres d'une famille avant et après la durée d'essai réduite doivent être en ligne avec les valeurs fournies par le fabricant ou le fournisseur responsable du module de LED:

- coordonnées trichromatiques,
- indice de rendu des couleurs,
- code de conservation du flux lumineux,
- résultats de l'essai de durée de vie accéléré en fonctionnement

La documentation des données doit être fournie à la station d'essais dans le dossier technique du fabricant.

Conformité:

Pour tous les modules de LED soumis à l'essai dans un échantillon, les valeurs mesurées d'un module de LED (la valeur initiale et la valeur maintenue) ne doivent pas dépasser les

³ La valeur est à l'étude.

valeurs telles qu'indiquées par le fabricant ou le fournisseur responsable. Les valeurs mesurées doivent être de la même catégorie ou du même code que les valeurs fournies ou mieux. Tous les modules de LED dans un échantillon doivent réussir l'essai.

7 Entrée électrique du module de LED

7.1 Puissance du module de LED

Pour les conditions de mesure, se référer à l'Annexe A.

Conformité:

La puissance initiale consommée par chaque module de LED individuel dans l'échantillon mesuré ne doit pas dépasser la puissance assignée de plus de 10 %.

Il convient de considérer l'avant-dernier alinéa de 1.1.

7.2 Facteur de déphasage (u.c.)

Le facteur de déphasage des modules de LED intégrés (Type 1) doit être mesuré conformément à l'Annexe E. Les modules de LED à commande de gradation doivent être adaptés au rendement maximal.

Le mesurage du facteur de déphasage des modules de LED semi-intégrés et non intégrés (Type 2 et Type 3) n'est pas applicable.

NOTE 1 Voir Annexe F pour l'explication du facteur de déphasage, du facteur de distorsion et du facteur de puissance et la relation entre eux.

NOTE 2 Le facteur de distorsion est couvert par l'IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009, qui traite des limites des courants harmoniques injectés dans le réseau d'alimentation public.

Conformité:

Le facteur de déphasage mesuré pour chaque module individuel de l'échantillon ne doit pas être inférieur de plus de 0,05 à la valeur marquée.

8 Rendement lumineux normalisé

8.1 Flux lumineux

Le flux lumineux est mesuré conformément à l'Annexe A.

Conformité:

Le flux lumineux initial de chaque module de LED individuel dans l'échantillon mesuré ne doit pas être inférieur de plus de 10 % au flux lumineux assigné.

8.2 Répartition de l'intensité lumineuse, intensité maximale et angle du faisceau

8.2.1 Généralités

Les exigences en 8.2.4 et 8.2.5 doivent s'appliquer aux modules de LED disposant d'une distribution directionnelle (spot).

NOTE La répartition de l'intensité lumineuse d'un module de LED peut être spécifique à une application.

8.2.2 Mesurage

L'intensité de lumière émise par le module de LED dans des directions différentes est mesurée en utilisant un goniophotomètre. Toutes les données photométriques doivent être déclarées pour le module de LED fonctionnant à sa température $t_{p \text{ rated}}$ conformément à A.1.

Il convient que les variations photométriques détaillées autorisées tiennent compte des tolérances de fabrication.

8.2.3 Répartition de l'intensité lumineuse

La répartition de l'intensité lumineuse doit être conforme à celle déclarée par le fabricant. Le mesurage est effectué conformément au A.3.3.

La conformité est à l'étude.

8.2.4 Valeur de l'intensité maximale ⁴

Lorsqu'une valeur de l'intensité maximale est fournie par le fabricant ou le fournisseur responsable, l'intensité maximale initiale de chaque module de LED individuel dans l'échantillon mesuré ne doit pas être inférieure à 75 % de l'intensité assignée.

La conformité est vérifiée conformément à l'Annexe A.

8.2.5 Valeur de l'angle du faisceau ⁵

Lorsqu'une valeur de l'angle du faisceau est fournie par le fabricant ou le fournisseur responsable, la valeur de l'angle du faisceau de chaque module de LED individuel dans l'échantillon mesuré ne doit pas s'écarter de plus de 25 % de la valeur assignée.

La conformité est vérifiée conformément à l'Annexe A.

8.3 Efficacité lumineuse

L'efficacité du module de LED doit être calculée à partir du flux lumineux initial mesuré du module de LED individuel divisé par la puissance d'entrée initiale mesurée du même module de LED individuel. Pour le mesurage du flux lumineux, voir le A.3.2.

Conformité:

Pour tous les modules de LED soumis à l'essai dans un échantillon, l'efficacité du module de LED ne doit pas être inférieure à 80 % de l'efficacité assignée du module de LED telle que déclarée par le fabricant ou le fournisseur responsable.

9 Coordonnées trichromatiques, température de couleur proximale (CCT)⁶ et rendu des couleurs

9.1 Coordonnées trichromatiques

Les coordonnées trichromatiques initiales sont mesurées. Un deuxième mesurage des coordonnées trichromatiques maintenues est effectué après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1. Les valeurs mesurées des coordonnées trichromatiques (autant

⁴ La valeur moyenne et le niveau de confiance sont à l'étude.

⁵ La valeur moyenne et le niveau de confiance sont à l'étude.

⁶ CCT = *Correlated Colour Temperature*.

initiales que maintenues) doivent s'inscrire dans une des quatre catégories (voir Tableau 5), ce qui correspond à une ellipse de MacAdam particulière autour de la valeur assignée de coordonnée trichromatique, de sorte que la dimension de l'ellipse (exprimée en *n* niveaux) soit une mesure de la tolérance ou de l'écart dans les coordonnées trichromatiques d'un module de LED individuel.

Conformité:

Pour la conformité des membres de la famille, se rapporter au 6.2.3.

Pour tous les modules de LED soumis à l'essai dans un échantillon, les valeurs mesurées des coordonnées trichromatiques d'un module de LED (la valeur initiale et la valeur maintenue) doivent correspondre aux catégories de coordonnées trichromatiques qui ne doivent pas dépasser la catégorie de tolérance des coordonnées trichromatiques comme indiqué par le fabricant ou le fournisseur responsable (voir Tableau 1). Les valeurs mesurées doivent correspondre à la même catégorie que les valeurs assignées ou mieux. Les échantillons de modules de LED pour le mesurage des coordonnées trichromatiques doivent être sélectionnés à partir de quatre lots différents⁷.

Tableau 5 – Tolérance (catégories) sur les valeurs assignées des coordonnées trichromatiques

Dimension de l'ellipse de MacAdam, centrée sur la couleur cible assignée	Catégorie de variation de couleurs	
	initiale	maintenue
Niveau 3	3	3
Niveau 5	5	5
Niveau 7	7	7
> Ellipse de niveau 7	7+	7+

Le comportement des coordonnées trichromatiques d'un module de LED doit être exprimé en énonçant les deux résultats de mesure des coordonnées trichromatiques initiales et des coordonnées trichromatiques maintenues. Pour un exemple, se référer à l'Annexe D.

La présente norme s'applique aux modules de LED pour lesquels il est dans la plupart des cas possible de choisir une valeur CCT qui satisfait au mieux à l'exigence d'une application particulière. Les points de couleur cibles normalisés sont à l'étude.

NOTE 1 Les zones de tolérance sont basées sur les ellipses définies par MacAdam, publiées dans le Journal de "the Optical Society of America, 1943", telles que normalement appliquées pour les lampes fluorescentes et autres lampes à décharge.

NOTE 2 Voir Annexe A pour la méthode de mesure des valeurs des coordonnées trichromatiques pour les modules de LED.

9.2 Température de couleur proximale (CCT)

Des valeurs préférentielles pour assurer l'interchangeabilité sont à l'étude. La valeur de la température CCT à quatre chiffres est divisée par 100 et le chiffre ainsi obtenu est arrondi au nombre entier suivant, en utilisant le code photométrique de l'Annexe D.

Conformité:

Pour la conformité des membres de la famille, se rapporter au 6.2.3.

⁷ La variation de couleurs entre les modules de LED dans un échantillon à partir de cycles de production différents ressemble à la variation à l'intérieur de périodes de production plus longues.

Pour tous les modules de LED soumis à l'essai dans un échantillon, la température de couleur proximale mesurée ne doit pas dépasser les valeurs telles que déclarées par le fabricant ou le fournisseur responsable.

NOTE Au Japon, les exigences relatives à la classification et l'indication des couleurs sont spécifiées dans la JIS Z 9112.

9.3 Indice de rendu des couleurs (IRC)

L'indice de rendu des couleurs initial (IRC) d'un module de LED est mesuré. Un deuxième mesurage est effectué après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1.

Conformité:

Pour tous les modules de LED soumis à l'essai dans un échantillon, les valeurs de CRI mesurées ne doivent pas avoir diminué de plus de:

- *3 points de la valeur assignée de l' IRC (voir le Tableau 1) pour les valeurs initiales de l'IRC, et*
- *5 points de la valeur assignée de l' IRC (voir le Tableau 1) pour les valeurs maintenues de l'IRC.*

10 Durée de vie du module de LED

10.1 Généralités

La durée de vie d'un module de LED individuel, telle qu'expliquée à l'Annexe C, est limitée par un effet combiné de la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé, le plus souvent causée par la dégradation des matériaux (voir 10.2) et par la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé, le plus souvent causée par une défaillance des composants électriques (voir 10.3, essais d'endurance comme une indication de fiabilité et de durée de vie). Les deux éléments sont soumis à l'essai.

Il est fait référence aux définitions en 3.2 et 3.7, ce dernier décrivant la durée de vie utile médiane et la fraction indiquée (B_{50}) des modules de LED soumis à l'essai d'un échantillon, qui peuvent ne pas répondre aux exigences relatives aux essais conformément à 10.2 et à 10.3.

10.2 Conservation du flux lumineux

Le facteur de maintenance du flux lumineux assigné peut varier en fonction de l'application du module de LED. Il convient que le fabricant fournisse des informations dédiées relatives au pourcentage choisi.

NOTE 1 Puisque la durée de vie typique d'un module de LED est (très) longue, il est dans le domaine d'application de la présente norme considéré comme irréaliste et chronophage de mesurer la réduction réelle du flux lumineux tout au long de la durée de vie (par exemple, L_{70}). Pour cette raison, la présente norme s'appuie sur les résultats d'essai pour déterminer le code prévu de la conservation du flux lumineux d'un module de LED.

NOTE 2 La conservation du flux lumineux réel des modules de LED peut varier considérablement selon le type et selon le fabricant. Il n'est pas possible d'exprimer la conservation du flux lumineux de toutes les LED par des relations mathématiques simples. Une diminution initiale rapide dans le rendement lumineux n'implique pas automatiquement qu'une LED particulière n'atteindra pas sa durée de vie assignée.

NOTE 3 D'autres méthodes offrant un aperçu plus avancé dans la dépréciation du flux lumineux durant la durée de vie du module de LED sont à l'étude.

La présente norme a opté pour "les codes de conservation du flux lumineux" (voir Figure 2) qui couvrent la diminution initiale du rendement lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1. Il existe trois codes de conservation du flux lumineux qui définissent la conservation du flux lumineux en pourcentage du flux lumineux initial (voir le Tableau 6).

Tableau 6 – Code de conservation du flux lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1

Conservation du flux lumineux %	Code
≥ 90	9
≥ 80	8
≥ 70	7

Le flux lumineux initial doit être mesuré. Le mesurage est répété après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1. La valeur du flux lumineux initial est normalisée à 100 %; elle est utilisée comme le premier point de données pour déterminer la durée de vie du module de LED. La valeur mesurée du flux lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1 doit être exprimée en une valeur maintenue (= pourcentage de la valeur initiale).

Il est recommandé de mesurer les valeurs du rendement lumineux à des intervalles de 1 000 h (exprimées en pourcentage de la valeur initiale) pour un total égal à la durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1.

NOTE 4 Cela donnera un aperçu supplémentaire quant à la fiabilité des valeurs mesurées, mais l'affectation d'un code n'implique pas une prévision d'une durée de vie réalisable. Les modules de LED avec un code supérieur peuvent être meilleurs ou pires que les modules de LED avec un code inférieur.

Pour le marquage du facteur de maintenance du flux lumineux (x) et des codes de conservation du flux lumineux, voir le Tableau 1.

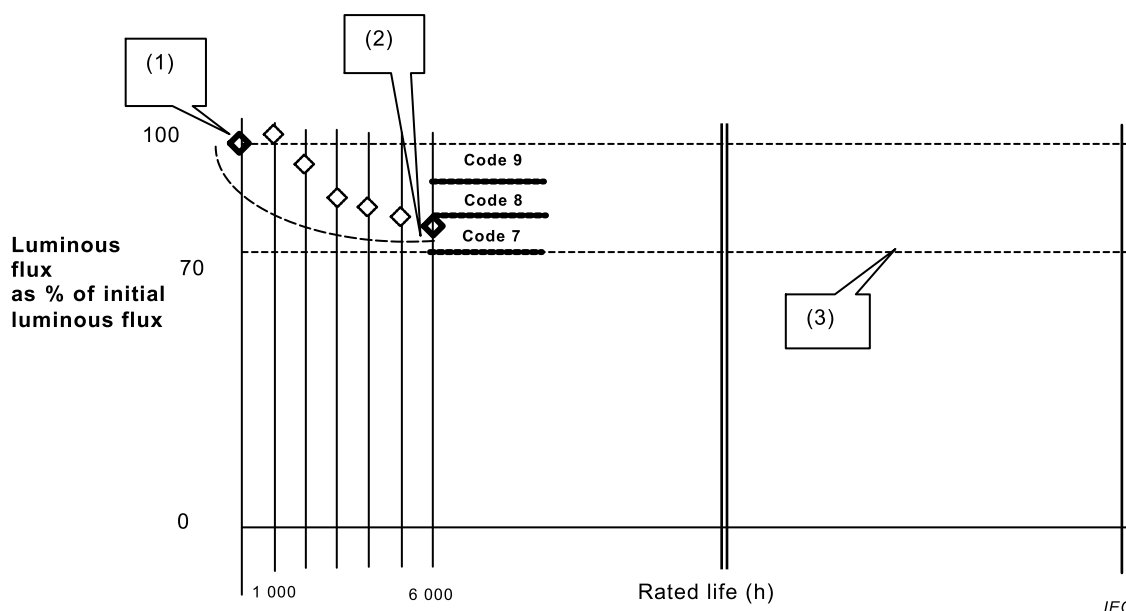
Conformité à 25 % de la durée de vie assignée avec une durée maximale d'essai de 6 000 h:

Pour la conformité des membres de la famille, se rapporter au 6.2.3.

Un module de LED individuel est considéré comme ayant réussi l'essai si les critères suivants ont été respectés.

- 1) La valeur mesurée du flux lumineux à 25 % de la durée de vie assignée (avec une durée maximale de 6 000 h) ne doit pas être inférieure au flux lumineux initial, multiplié par le facteur de maintenance du flux lumineux assigné (x).*
- 2) La conservation du flux lumineux calculée définie comme étant le rapport du flux lumineux initial mesuré au flux lumineux maintenu doit correspondre au "code de conservation du flux lumineux" tel que déclaré par le fabricant ou le fournisseur responsable.*

Étant donné un échantillon de n modules de LED conformément au Tableau 7, soumis à l'essai de 25 % de la durée de vie assignée avec une durée maximale de 6 000 h, il est considéré avoir réussi l'essai, si à la fin de l'essai, au moins 90 % des modules de LED ont réussi.



Légende

Anglais	Français
Luminous flux as % of initial luminous flux	Flux lumineux comme un pourcentage du flux lumineux initial
Rated life (h)	Durée de vie assignée (h)

Légende

- (1) Flux lumineux initial
- (2) Valeur mesurée du flux lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1
- (3) Ligne de limite inférieure: les flux déclarés diminuent au cours de la durée de vie assignée L_{70}

Figure 2 – Dépréciation du flux lumineux pendant la durée d'essai

10.3 Essais d'endurance

10.3.1 Généralités

Les modules de LED doivent être soumis aux essais suivants spécifiés de 10.3.2 à 10.3.4.

NOTE Tous les essais peuvent être réalisés en parallèle avec des modules de LED différents.

10.3.2 Essai de cycles de températures

10.3.2.1 Généralités

L'essai de cycles de températures doit être effectué conformément à l'IEC 60068-2-14, Essai Nb: Variation de température avec une vitesse de variation spécifiée, et aux conditions suivantes. Il est admis de choisir l'un quelconque des essais alternatifs spécifiés en 10.3.2.2 et 10.3.2.3.

10.3.2.2 Essai alternatif 1 avec 10 K/min

10.3.2.2.1 Montage d'essai

Le module de LED doit être monté sur un dissipateur thermique approprié et fonctionner dans l'enceinte d'essai conformément à l'IEC 60068-3-5 et avec des réglages pour t_p tels que demandés par la présente norme, au courant nominal respectivement à la tension d'essai. Le

dissipateur thermique doit être tel que, après stabilisation thermique, le module de LED fonctionne à sa température maximale assignée t_p (+/- 10 K) (conformément au Tableau 2) à une température d'enceinte d'essai de $40\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$. La température d'enceinte d'essai à laquelle t_p est atteinte est la température ambiante maximale du cycle thermique. La température ambiante minimale est obtenue en soustrayant de cette température 50 K. Ces deux températures sont utilisées pour le cycle thermique.

Lorsque le fabricant déclare dans sa documentation une plage de températures avec une température minimale et une température maximale, ces valeurs doivent être utilisées.

L'essai doit être constitué de 250 cycles.

10.3.2.2.2 Procédure d'essai

- 1) À partir de l'état stable du module de LED fonctionnant à sa température ambiante maximale (évaluée en 10.3.2.2), le module de LED doit être mis hors tension et la température ambiante à l'intérieur de l'enceinte d'essai doit être diminuée à une vitesse de 10 K/min jusqu'à la température minimale d'essai.
- 2) Le module de LED mis hors tension doit être maintenu au niveau de la température ambiante minimale pendant 50 min. À l'expiration de cette période, le module de LED doit être mis en tension et hors tension à la température ambiante basse 10 fois avec le cycle de 10 s en tension / 50 s hors tension.
- 3) Mettre le module de LED sous tension.
- 4) Augmenter la température dans l'enceinte d'essai à une vitesse de 10 K/min jusqu'à la température ambiante maximale de l'enceinte d'essai.
- 5) Le module de LED mis en tension doit être maintenu au niveau de la température ambiante maximale pendant 50 min. À l'expiration de cette période, le module de LED doit être mis en tension et hors tension à la température ambiante élevée 10 fois avec le cycle de 10 s en tension / 50 s hors tension.
- 6) Répéter 249 fois les étapes 1) à 5).

Conformité:

À la fin de l'essai, tous les modules de LED doivent fonctionner et avoir un flux lumineux qui reste dans le code de conservation du flux lumineux déclaré pendant une période d'au moins 15 min et ne pas présenter d'effets physiques du cycle thermique tels que des fissures ou le décollement de l'étiquette.

Les exigences de température de A.1 ne s'appliquent pas.

10.3.2.3 Essai alternatif 2 avec 1 K/min

Le module de LED est placé dans une enceinte d'essai dans laquelle on fait varier la température de -10 °C à $+50\text{ °C}$ ⁸ sur une période de 4 h et pendant une durée d'essai de 250⁹ périodes (1 000 h).

Le module de LED est monté sur un dissipateur thermique approprié pour atteindre sa température maximale assignée t_p à la température d'enceinte d'essai de $+50\text{ °C}$.

Une période de 4 h inclut 1 h de maintien sur chaque extrême de température et 1 h de temps de transfert (1 K/min) entre les extrêmes de température. Le module de LED est mis en tension et hors tension pendant 17 min.

⁸ A l'étude. Lorsque le fabricant déclare dans sa documentation une plage de températures avec une température minimale et une température maximale, il convient d'utiliser ces valeurs.

⁹ A l'étude.

La conformité est vérifiée comme suit:

À la fin de l'essai, tous les modules de LED doivent fonctionner et avoir un flux lumineux qui reste dans le code de conservation du flux lumineux déclaré pendant une période d'au moins 15 min et ne pas présenter d'effets physiques du cycle thermique tels que des fissures ou le décollement de l'étiquette.

NOTE 1 La période de commutation de 34 min est choisie pour obtenir un déphasage entre la température et la période de commutation.

NOTE 2 Les exigences de température de A.1 ne s'appliquent pas.

NOTE 3 Les modules de LED sans ou avec un dissipateur thermique intégré n'atteignent peut-être pas la température maximale assignée t_p à la température d'enceinte d'essai de +50 °C.

10.3.3 Essai de commutation d'alimentation

À la tension d'essai, au courant d'essai ou à la puissance d'essai, le module de LED doit être mis en tension pendant 30 s et hors tension pendant 30 s. Le cycle doit être répété pour un nombre égal à la moitié de la durée de vie assignée en heures (exemple: 10 000 cycles si la durée de vie assignée est 20 000 h).

Les exigences de température de A.1 s'appliquent.

Conformité:

À la fin de l'essai, tous les modules de LED doivent fonctionner et avoir un flux lumineux qui reste dans le code de conservation du flux lumineux déclaré pendant une période d'au moins 15 min.

10.3.4 Essai accéléré de durée de fonctionnement

Le module de LED doit fonctionner en permanence sans commuter à la tension d'essai et à une température correspondant à 10 K (voir dernier alinéa) au-dessus de la température de fonctionnement maximale recommandée $t_{p \text{ rated}}$, pendant une durée de fonctionnement de 1 000 h. Les dispositifs thermiques de protection qui mettraient le module de LED hors tension ou réduiraient le rendement lumineux normalisé à une température seuil $> t_{p \text{ rated}}$, doivent être désactivés.

Conformité:

Pour la conformité des membres de la famille, se rapporter au 6.2.3.

À l'expiration de cette période, et après refroidissement et stabilisation à la température ambiante, tous les modules de LED disposent d'une diminution autorisée du rendement lumineux normalisé à la fin de l'essai de 20 % au maximum par rapport à la valeur initiale, pendant au moins 15 min.

Les exigences de température de A.1 ne s'appliquent pas.

Il convient qu'un essai accéléré n'évoque pas de modes de panne ou de mécanismes de défaillance qui ne sont pas liés aux effets de la durée de vie normale. Par exemple, une très haute augmentation de la température au-dessus de $t_{p \text{ rated}}$ conduirait à des effets chimiques ou physiques dont aucune conclusion sur la durée de vie réelle ne peut être tirée.

Le fabricant ou le fournisseur responsable de modules de LED peut déclarer une température plus élevée que $t_{p \text{ rated}}$ comme indiqué, mais l'alinéa précédent doit être respecté.

NOTE Cet essai a pour but de contrôler les défaillances catastrophiques.

11 Vérification

L'effectif d'échantillon minimal pour les essais de type doit correspondre aux valeurs données dans le Tableau 7. L'échantillon doit être représentatif d'une production du fabricant.

Tableau 7 – Effectifs d'échantillon

1	2	3	4
Article ou Paragraphe	Essai	Nombre minimal de modules de LED dans un échantillon pendant une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1	Nombre minimal de modules de LED dans un échantillon pour l'essai d'une famille à une durée d'essai réduite après avoir changé la caractéristique du produit conformément à 6.2
4.1 i)	$t_{p \text{ rated}}$	1 module de LED identique pour tous les essais	1 module de LED identique pour tous les essais
4.1 j)	point t_p		
5	Dimensions, y compris les tolérances dimensionnelles		
8.2.3	Répartition de l'intensité lumineuse	5 modules de LED identiques pour tous les essais	
8.2.4	Valeur de l'intensité maximale		
8.2.5	Valeur de l'angle du faisceau		
7	Puissance	10 modules de LED identiques pour tous les essais	3 modules de LED identiques pour tous les essais
8.1	Flux lumineux		
8.3	Efficacité		
9.1	Coordonnées trichromatiques		
9.2	Température de couleur proximale		
9.3	Indice de rendu des couleurs		
10.2	Conservation du flux lumineux		
10.3.2	Cycle thermique, sous tension	5	3
10.3.3	Commutation de la tension d'alimentation	5	3
10.3.4	Essai accéléré de durée de fonctionnement	5	3

12 Informations relatives à la conception du luminaire

Pour des informations relatives à la conception du luminaire, se référer à l'Annexe B.

Annexe A (normative)

Méthode de mesure des caractéristiques des modules de LED

A.1 Généralités

Sauf spécification contraire, tous les mesurages doivent être effectués dans une pièce sans courant d'air à une température de 25 °C avec une tolérance de ± 1 °C, une humidité relative de 65 % au maximum et un fonctionnement en régime permanent du module de LED.

Pour les exigences relatives au mouvement d'air, voir, 4.3.2 de CIE 121:1996.

Concernant le mesurage de la température, l'équipement tel que spécifié dans l'Annexe H informative peut être utilisé.

L'opération de conservation (10.2) et de commutation d'alimentation (10.3.3) doit être effectuée dans l'intervalle de températures ($t_{p \text{ rated}} - 5$, $t_{p \text{ rated}}$) à une température ambiante maximale assignée spécifiée par le fabricant, avec une tolérance de (+0 K, -5 K). Dans le cas où il n'y a pas de température ambiante maximale assignée, la plage de températures ambiantes (20 °C à 25 °C) doit être utilisée. Pour l'essai de commutation d'alimentation, l'exigence de température s'applique seulement au temps d'activation (ON). La valeur de $t_{p \text{ rated}}$ ne doit pas être dépassée. L'application d'un dissipateur thermique approprié ou d'une chaleur additionnelle peut s'avérer nécessaire pour obtenir la valeur correcte $t_{p \text{ rated}}$. Pour les besoins des essais, le point t_p doit être marqué comme facilement accessible. Même si l'emplacement est différent pour t_p et t_c , la valeur de t_c ne doit pas être dépassée.

Tous les résultats d'essai doivent être présentés comme si les essais avaient été exécutés à la température de fonctionnement maximale recommandée ($t_{p \text{ rated}}$) du module de LED. Les essais peuvent être effectués à des températures différentes; pour cela, la relation entre les deux températures ($t_{p \text{ rated}}$ et une autre température différente t_p où t_p doit être située dans la plage de données fournies par le fabricant) est à établir à l'avance d'une manière non équivoque par les données fournies par le fabricant du module de LED. En cas de doute, le mesurage de référence est effectué à $t_{p \text{ rated}}$. En fonction du type de circuit de commande que le fabricant du module de LED utilise, le mesurage de t_p doit être effectué dans les conditions de fonctionnement les plus exigeantes. La valeur de $t_{p \text{ rated}}$ doit être signalée dans l'Article 4.

Le fabricant doit fournir, sur demande, des informations concernant la méthode utilisée pour reproduire les caractéristiques déclarées au point t_p .

La tension, le courant ou la puissance d'essai doit être stable à $\pm 0,5$ % au cours des périodes de stabilisation, cette tolérance étant de $\pm 0,2$ % au moment des mesurages. Pour les essais de vieillissement et de conservation du flux lumineux, la tolérance est égale à 2 %. Le résidu harmonique total de l'entrée ne doit pas dépasser 3 %. Le résidu harmonique est défini comme étant la valeur efficace de la somme des composantes harmoniques individuelles en prenant une valeur égale à 100 % pour le fondamental. Tous les essais doivent être réalisés à la fréquence assignée. Dans le cas d'un intervalle, les mesurages doivent être effectués à la valeur de fréquence correspondant à l'effet le plus défavorable sur la température du module de LED.

Pour la stabilisation, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes.

- 1) S'assurer que le module de LED est doté d'un équipement de gestion thermique, soit intégré soit externe.

- 2) Faire fonctionner le module de LED et enregistrer le rendement lumineux normalisé en tant que variable qui dépend du temps et noter le mode de fonctionnement électrique typique (par tension, courant ou puissance).
- 3) Pendant la période de stabilisation, les mesurages du rendement lumineux normalisé sont réalisés au moins à 1 min d'intervalle. Le module de LED en essai peut être considéré comme stable et adapté à des fins d'essai, si la différence entre la valeur de lecture maximale et la valeur de lecture minimale du rendement lumineux normalisé observée au cours des 15 dernières minutes est inférieure à 0,5 %.

Si les conditions de stabilisation ne sont pas atteintes en 45 min, le mesurage peut être démarré et les fluctuations observées doivent être signalées.

- 4) Dans le but d'accélérer les mesurages ultérieurs d'autres modules de LED du même type, une préstabilisation (fonctionnement de la source lumineuse avant le montage dans le système d'essai) peut être appliquée sur la base du temps de stabilisation observé à l'étape 3 et les modules de LED suivants peuvent être mesurés 15 min après dans le système d'essai.

NOTE 1 Normalement le processus de stabilisation observé est une diminution lente du rendement lumineux normalisé jusqu'à la stabilité thermique. Toutefois, à cause de l'électronique, les fluctuations peuvent encore se produire à proximité de la stabilité thermique et les critères de stabilisation peuvent ne pas être remplis.

NOTE 2 Les conditions de stabilisation sont sujettes à des changements en raison de la mise en place d'une norme CIE pertinente.

Sauf spécification contraire, pour un but spécifique, par le fabricant ou le fournisseur responsable, les modules de LED doivent fonctionner à l'air libre pour tous les essais y compris les essais relatifs à la conservation du flux lumineux.

Au cours des essais de durée de vie et pendant le mesurage, afin d'éviter toute perturbation de mesure, l'échantillon d'essai doit être exempt de toute pollution (poussière, etc.) qui peut se produire au cours de la période d'essai.

A.2 Caractéristiques électriques

A.2.1 Tension, courant ou puissance d'essai

La tension, le courant ou la puissance d'essai doit être la tension assignée, le courant assigné ou la puissance assignée (pour la tolérance, voir A.1). Dans le cas d'un intervalle, les mesurages doivent être effectués à la valeur d'entrée correspondant à l'effet le plus défavorable sur la température du module de LED

A.2.2 Vieillessement

Les modules de LED n'exigent aucun vieillissement avant les essais. Toutefois, le fabricant peut définir une période de vieillissement allant jusqu'à 500 h.

A.3 Caractéristiques photométriques

A.3.1 Tension, courant ou puissance d'essai

Voir A.2.1.

A.3.2 Flux lumineux

Le flux lumineux initial et le flux lumineux maintenu doivent être mesurés après stabilisation du module de LED.

NOTE 1 La méthode de mesure du flux lumineux des modules de LED est à l'étude.

NOTE 2 Il est fait référence au document CIE 84. Le document IES LM-79-08 ainsi que l'Annexe B de la JIS C 8105-5 contiennent des informations précieuses concernant le mesurage du flux lumineux.

Si le module de LED nécessite un réchauffement additionnel ou une dissipation de la chaleur, il convient de prendre des dispositions dans le montage de mesure afin de maintenir la température demandée à t_p . Il convient que le fabricant fournisse, sur demande, des informations concernant la méthode utilisée pour reproduire les caractéristiques déclarées au point t_p .

A.3.3 Répartition de l'intensité lumineuse

La répartition de l'intensité lumineuse doit être mesurée conformément à la CIE 121 et l'IEC TR 61341.

Les données de répartition de l'intensité lumineuse doivent être disponibles pour toutes les variantes du module de LED et pour les fixations ou accessoires optiques avec lequel(le)s le module de LED a été conçu pour fonctionner. Les données de répartition de l'intensité lumineuse doivent être fournies pour le module de LED selon un format établi international ou régional. Les informations concernant les formats de fichiers peuvent être trouvées dans l'IEC 62722-1, Annexe A, à titre informatif (et non normatif).

Les informations concernant les données photométriques et les formats de fichiers peuvent être trouvées dans l'IEC 62722-1 (en cours d'élaboration), Article 6 et Annexe A à titre informatif (et non normatif).

A.3.4 Intensité maximale

L'intensité maximale doit être mesurée conformément à l'IEC TR 61341.

A.3.5 Angle du faisceau

L'angle du faisceau doit être mesuré conformément à l'IEC TR 61341.

Il convient de veiller à ce que l'angle du faisceau ne soit pas déterminé par la demi-crête, mais par l'intensité dans le demi-axe du faisceau.

A.3.6 Rendu des couleurs

Le mesurage de l'indice de rendu des couleurs doit être effectué conformément à la CIE 13.3 et à la CIE 177.

A.3.7 Valeurs des coordonnées trichromatiques

Il doit être fait référence à l'IEC 60081, Annexe D: Coordonnées trichromatiques.

Les valeurs des coordonnées trichromatiques des modules de LED peuvent être fonction de l'angle de rayonnement. Les coordonnées trichromatiques spatialement moyennées doivent être utilisées, sauf spécification contraire par le fabricant. Cela peut être accompli par photométrie de sphère ou par d'autres moyens déclarés.

Annexe B (informative)

Informations relatives à la conception du luminaire

B.1 Stabilité de la température

Il convient d'assurer que la température de performance t_p du module de LED n'est pas dépassée.

B.2 Procédure de tri ("binning") des couleurs pour les LED de couleur blanche

Voir l'IEC 62707-1.

B.3 Degré de protection du module de LED

Dans le cas où un module de LED 'intégré' fait partie de l'enceinte du luminaire et où l'on applique une certaine classification IP, alors, la spécification du module de LED doit le refléter. L'évaluation finale est effectuée sur le luminaire.

Il convient que la conception du module de LED par rapport aux caractéristiques de la protection contre la pénétration (IP)¹⁰ soit spécifiée entre le fabricant du module de LED et le fabricant du luminaire de LED.

Il convient qu'un module de LED classé comme "indépendant" soit soumis à l'essai des caractéristiques spécifiées de protection contre la pénétration conformément à l'IEC 60598-1.

Il convient de ne pas soumettre à l'essai séparément les modules de LED classés comme "intégrés".

¹⁰ Ingress protection *en anglais*.

Annexe C (informative)

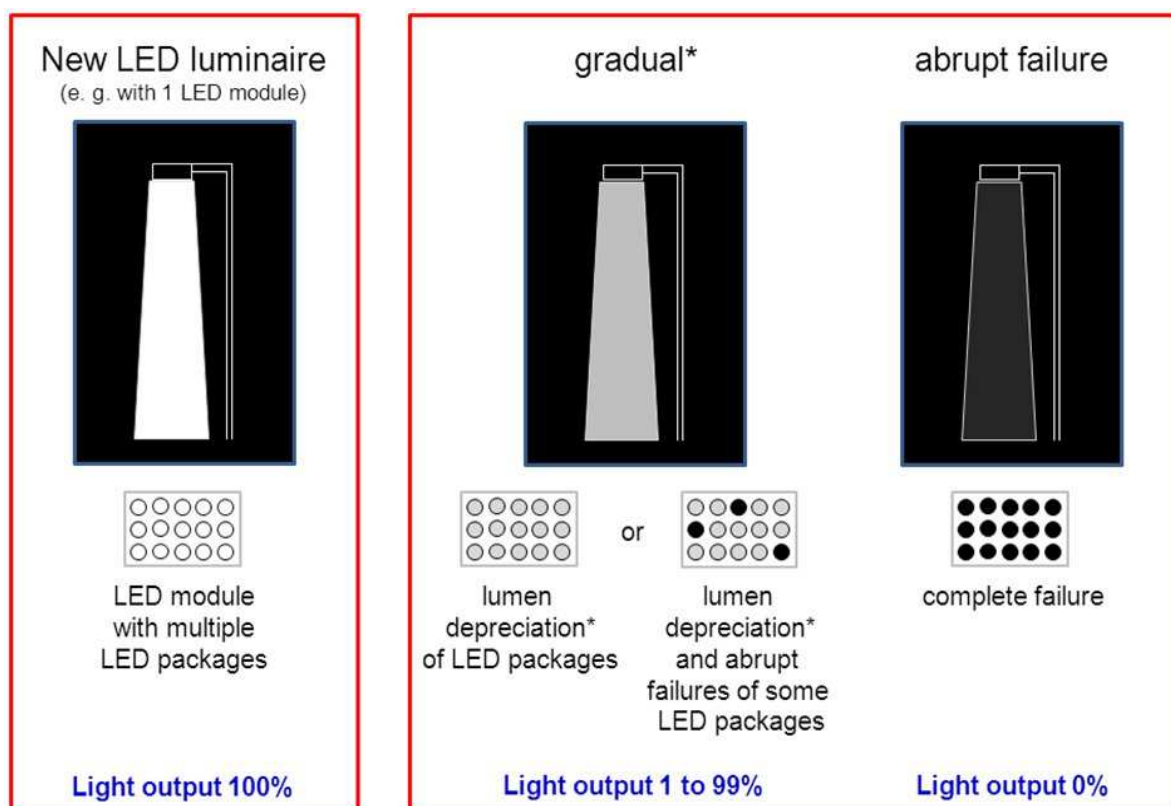
Explication des méthodes de mesure recommandées de durée de vie du produit à LED

C.1 Généralités

La durée de vie d'un module de LED individuel est la période de temps pendant laquelle un module de LED individuel fournit au moins un pourcentage x du flux lumineux initial, dans des conditions d'essai normalisées. La fin de vie d'un module de LED individuel peut être atteinte à la fois par la défaillance paramétrique et la défaillance brusque (modules de LED opérationnels et non opérationnels).

NOTE Pour une meilleure lisibilité, le terme "produit à LED" utilisé est à considérer comme "produit d'éclairage à base de LED".

Une défaillance brusque d'un module de LED est une défaillance de l'ensemble du module et pas nécessairement une défaillance des LED encapsulées uniques. Une défaillance des LED encapsulées uniques dans un module de LED à plusieurs boîtiers contribue habituellement à une dégradation globale progressive du rendement lumineux normalisé de ce module de LED. Lorsque le rendement lumineux normalisé du module de LED devient inférieur au pourcentage x déclaré, ceci est considéré comme une défaillance paramétrique du module de LED. La Figure C.1 donne une illustration des modes de défaillance progressive et brusque, occasionnant des défaillances paramétriques et brusques, dans un luminaire constitué d'un module de LED individuel.



IEC

* La dépréciation générale du flux lumineux inclut aussi la dégradation des pièces optiques du luminaire à LED; la dépréciation progressive du flux lumineux en deçà de x pourcent conduit à une défaillance paramétrique.

Légende

Anglais	Français
New LED luminaire (e.g with 1 LED module)	Nouveau luminaire à LED (avec par exemple 1 module de LED)
Gradual*	Défaillance progressive
Abrupt failure	Défaillance brusque
LED module with multiple LED packages	Module de LED avec plusieurs LED encapsulées
Lumen depreciation* of LED packages	Dépréciation* du flux lumineux des LED encapsulées
Lumen depreciation* and abrupt failures of some LED packages	Dépréciation* du flux lumineux et défaillances brusques de certains LED encapsulées
Complete failure	Défaillance complète
Light output 100 %	Rendement lumineux normalisé 100 %
Light output 1 à 99 %	Rendement lumineux normalisé 1 % à 99 %
Light output 0 %	Rendement lumineux normalisé 0 %

Figure C.1 – Rendement lumineux au cours de la durée de vie d'un luminaire à base de LED constitué d'un module de LED unique

La durée de vie des produits à LED peut être beaucoup plus longue que celle pouvant être vérifiée par les essais pratiques. Par ailleurs, la diminution du rendement lumineux normalisé diffère selon les fabricants, ce qui ne facilite pas l'application de méthodes générales de prévision. Ainsi, la présente norme a considéré les codes de conservation du flux lumineux qui couvrent la diminution du flux lumineux après une durée de fonctionnement telle que spécifiée au 6.1. En raison de cette durée d'essai limitée, la durée de vie déclarée d'un produit à LED ne peut être ni confirmée ni refusée. La méthode de mesure recommandée pour spécifier la durée de vie du produit à LED est expliquée ci-dessous et fournit le contexte pour le critère de réussite/d'échec de l'essai de durée de vie comme indiqué en 10.2.

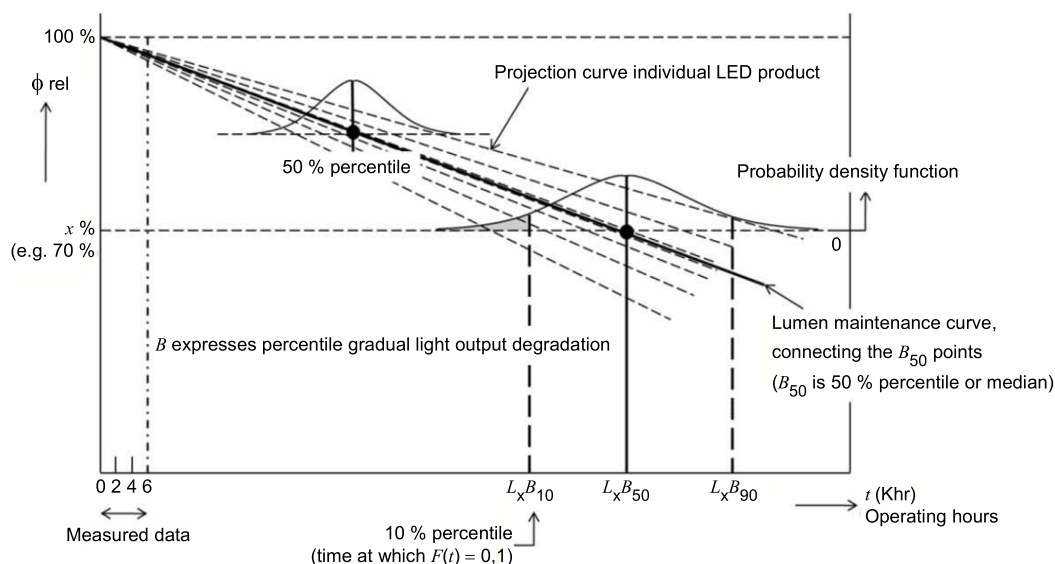
Pour les produits à LED, il est recommandé de spécifier de manière normalisée la conservation du flux lumineux en dehors des défaillances brusques afin de mieux déterminer le comportement du rendement lumineux normalisé.

C.2 Spécification de la durée de vie pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé

La période de temps jusqu'à ce qu'un pourcentage y d'une population de modules de LED opérationnels atteigne une dégradation progressive du rendement lumineux normalisé d'un pourcentage x est appelée durée de vie utile (ou "durée de vie B_y ") et est exprimée généralement comme $L_x B_y$.

Un rendement lumineux normalisé plus faible que le facteur de maintenance du flux lumineux x est appelé défaillance paramétrique parce que le produit génère moins de lumière mais fonctionne toujours. La durée de vie " B_{10} " est l'âge auquel 10 % des produits échouent du point de vue paramétrique. L'âge auquel 50 % des modules de LED échouent du point de vue paramétrique, "durée de vie B_{50} ", est appelé durée de vie utile médiane. La population comprend uniquement les modules de LED opérationnels; les modules de LED non opérationnels sont exclus.

Exemple: $L_x B_y = L_{70} B_{10}$ est entendu comme la période de temps pendant laquelle 10 % (B_{10}) d'une population de modules de LED opérationnels du même type n'ont pas réussi (du point de vue paramétrique) à maintenir 70 % de leur flux lumineux initial.



IEC

Légende

Anglais	Français
x % (e.g. 70 %)	x % (par exemple: 70 %)
50 % percentile	Centile de 50 %
Projection curve individual LED product	Courbe de projection du produit à LED individuel
probability density function	fonction de densité de probabilité
B expresses percentile gradual light output degradation	B exprime le centile de la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé
Lumen maintenance curve connecting the B_{50} points (B_{50} is 50 % percentile or median)	Courbe de la conservation du flux lumineux connectant les points B_{50} (B_{50} est le centile ou la médiane de 50 %)
Measured data	Données mesurées
10 % percentile (time at which $F(t) = 0,1$)	Centile de 10 % (temps auquel $F(t) = 0,1$)
Operating hours	Heures de fonctionnement

Figure C.2 – Spécification de la durée de vie pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé

La forme de la fonction de densité de probabilité (pdf, *probability density function*) et la forme de la courbe de projection de la Figure C.2 sont données seulement à titre indicatif. La fonction de densité de probabilité peut être Weibull, log-normale, exponentielle ou normale en fonction des données de mesure et de la méthode de projection choisie.

La fonction de défaillance $F(t)$ ou la fonction de distribution cumulative ($CDF(t)$) (*cumulative distribution function*), est le centile de défaillance en fonction du temps. Cela est mathématiquement exprimé comme suit:

$$F(t) = CDF(t) = \int_0^t pdf(t) dt$$

Par définition $F(t=\infty)$ est 1 (100 %). En d'autres termes, la surface totale sous la courbe pdf intégrée entre le temps zéro et l'infini est égale à un, ce qui signifie que l'ensemble de la population a finalement échoué.

Explication de B :

Exemple: Considérons un facteur de maintenance du flux lumineux x de 70 %, 10 % de la population a échoué au temps $L_{70}B_{10}$ indiqué par la zone grise de la Figure C.2, mathématiquement exprimée comme suit:

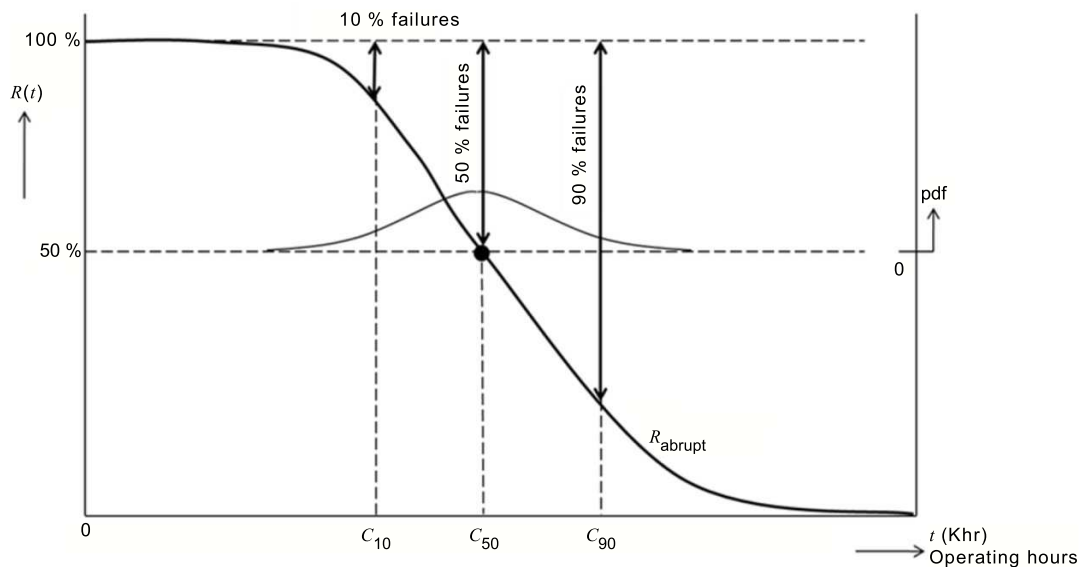
$$F(L_{70}B_{10}) = CDF(L_{70}B_{10}) = \int_0^{L_{70}B_{10}} pdf_{70}(t)dt = 0,1 \rightarrow 10\%$$

La fonction de fiabilité est égale à: $R(t) = 1 - F(t)$, exprimant la fiabilité.

C.3 Spécification de la durée de vie pour la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé

La période de temps jusqu'à ce qu'un pourcentage y d'une population de modules de LED atteigne une dégradation brusque du rendement lumineux normalisé d'un pourcentage y est appelée temps jusqu'à la défaillance brusque et exprimée comme C_y . Le temps jusqu'à la défaillance brusque (ou "durée de vie C ") exprime l'âge auquel un pourcentage donné, y , de modules de LED a échoué de façon brusque. Voir Figure C.3.

Exemple: C_{10} est entendu comme la période de temps au cours de laquelle 10 % de la population de modules de LED initialement opérationnels du même type échouent à produire un flux lumineux.



IEC

Légende

Anglais	Français
10 % failures	10 % de défaillances
50 % failures	50 % de défaillances
90 % failures	90 % de défaillances
R_{abrupt}	$R_{brusque}$
t (khr)-- Operating hours	t (kh)-- heures de fonctionnement

Figure C.3 – Courbe de fiabilité $R_{brusque}$ pour la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé

C.4 Dégradation progressive et brusque combinée du rendement lumineux normalisé

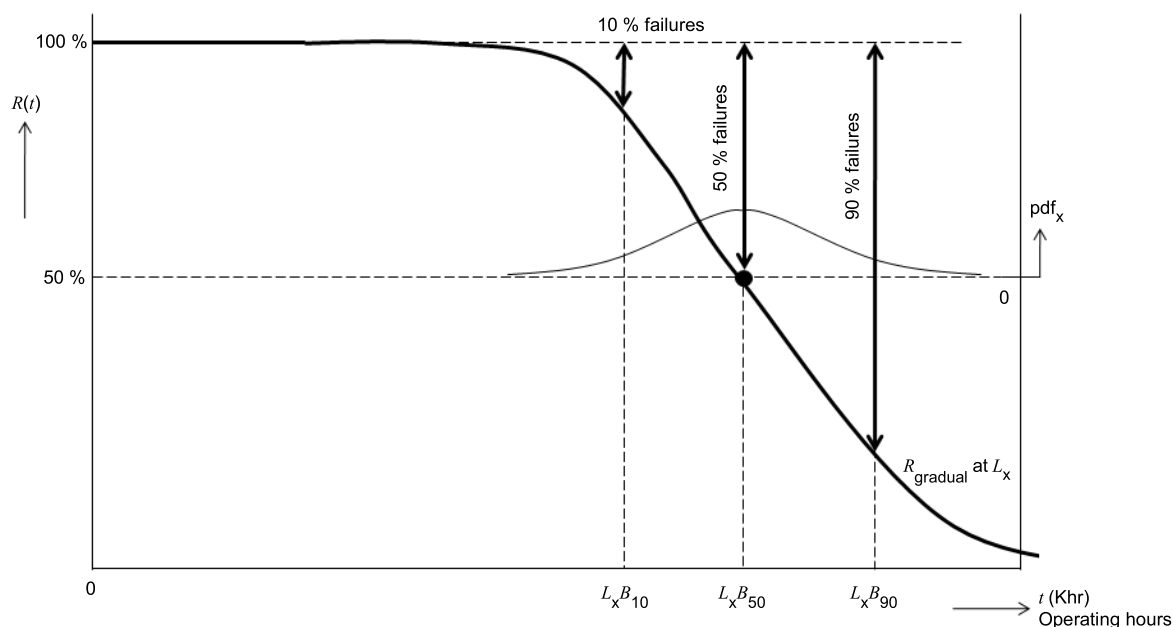
La période de temps jusqu'à ce qu'un pourcentage y d'une population de lampes à LED atteigne une dégradation progressive et brusque combinée du rendement lumineux normalisé (ce qui signifie que les lampes à LED ont soit connu une défaillance paramétrique, ne produisant plus au moins x % de leur flux lumineux initial, soit une défaillance brusque) est définie comme la durée de vie de la lampe à LED (ou "durée de vie F_y ") et exprimée comme $M_x F_y$.

Par exemple: $M_x F_y = M_{70} F_{10}$ est entendu comme la période de temps au cours de laquelle 10 % (F_{10}) d'une population de lampes à LED du même type ont échoué par des modes de défaillance soit paramétriques soit brusques (produisant moins de 70 % de leur flux lumineux initial ou aucun flux lumineux).

La "durée de vie F_{50} " est définie comme la durée de vie médiane de la lampe à LED et dénommée M_x .

La dégradation progressive et brusque combinée du rendement lumineux normalisé peut être construite à partir des deux spécifications ci-dessus par le biais des courbes de fiabilité en trois étapes.

Étape 1: Courbe de fiabilité pour les défaillances paramétriques dues à la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé (voir Figure C.4).



IEC

Légende

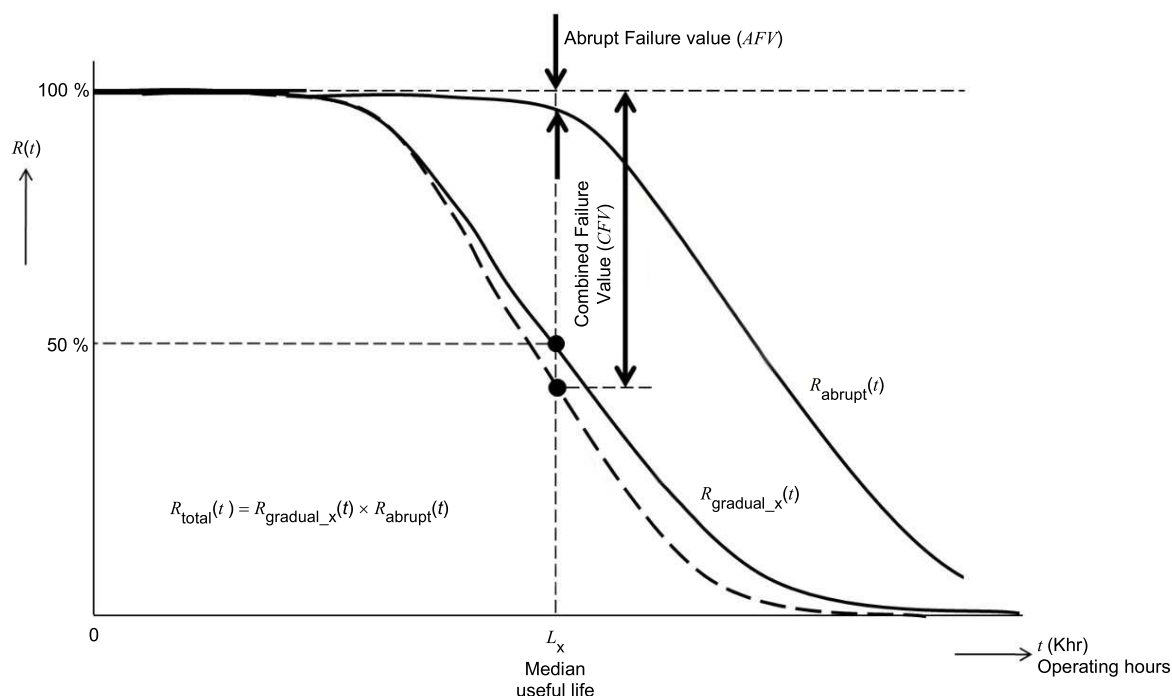
Anglais	Français
10 % failures	10 % de défaillances
50 % failures	50 % de défaillances
90 % failures	90 % de défaillances
R_{gradual}	$R_{\text{progressive}}$
Time (Khr) -- Operating hours	Temps (kh) -- heures de fonctionnement

Figure C.4 – Courbe de fiabilité $R_{\text{progressive}}$ pour la dégradation progressive du rendement lumineux normalisé

Étape 2: Courbe de fiabilité pour la dégradation brusque du rendement lumineux normalisé (voir Figure C.3).

La courbe de fiabilité de la Figure C.3 exprime aussi la survie des produits à LED.

Étape 3: Courbe de fiabilité pour la dégradation combinée (voir Figure C.5).



IEC

Légende

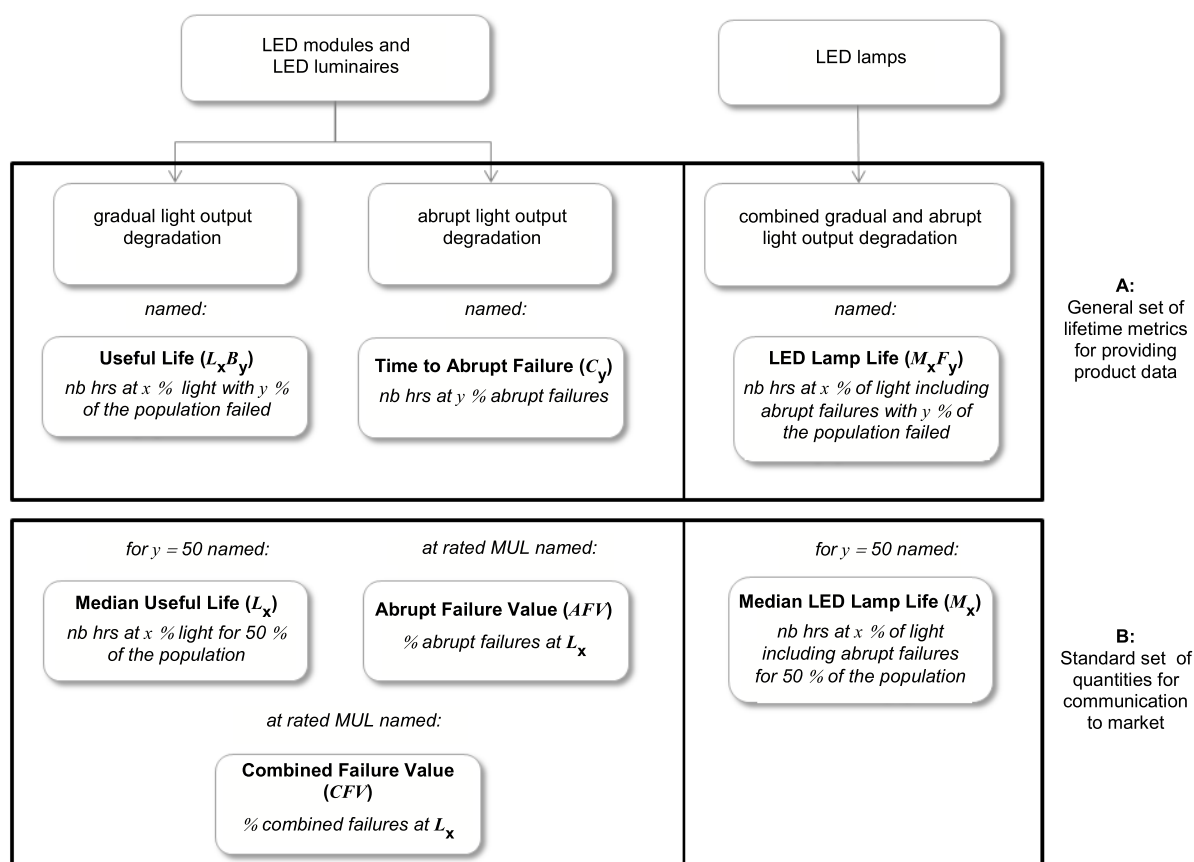
Anglais	Français
Abrupt Failure Value (AFV)	Valeur de défaillance brusque (AFV)
Combined Failure Value (CFV)	Valeur de défaillance combinée (CFV)
$R_{total}(t) = R_{gradual_x}(t) \times R_{abrupt}(t)$	$R_{total}(t) = R_{progressive}(t) \times R_{brusque}(t)$
$R_{gradual_x}(t)$	$R_{progressive_x}(t)$
R_{abrupt}	$R_{brusque}$
Median useful life	Durée de vie utile médiane
t (Khr) -- Operating hours	t (kh) -- heures de fonctionnement

Figure C.5 – Dégradation combinée $R_{progressive}$ et $R_{brusque}$

C.5 Vue d'ensemble des méthodes de mesure de durée de vie des LED et des groupes de produits d'éclairage associés

Différentes méthodes de mesure de durée de vie relatives aux produits d'éclairage sont utilisées dans l'industrie pour communiquer avec une variété d'utilisateurs finaux. Pour les personnes ordinaires utilisant des lampes à LED, il suffit de déterminer la durée de vie médiane sur la base de critères de défaillances combinées, dont les défaillances brusque et paramétrique. Les clients professionnellement formés dans le marché de l'éclairage peuvent avoir besoin de la durée de vie prévue en fonction de la défaillance, à la fois brusque et paramétrique (de conservation du flux lumineux), séparément pour leurs produits d'éclairage. Avec les valeurs de ces fonctions de défaillance, ils peuvent effectuer des calculs pour les installations d'éclairage, y compris les estimations du cycle de conservation.

La Figure C.6 donne une vue d'ensemble des différentes méthodes de mesure de durée de vie, expliquées dans la présente annexe ainsi que des produits associés. Le cadre supérieur A représente les grandeurs des fonctions de défaillance qui présentent un plus grand intérêt pour les professionnels tandis que le cadre inférieur B donne les grandeurs simples pour la communication générale sur le marché.



IEC

Légende

Anglais	Français
LED modules & LED luminaires	Modules de LED et luminaires à LED
LED lamps	Lampes à LED
Gradual light output degradation	Dégradation progressive du rendement lumineux normalisé
Abrupt light output degradation	Dégradation brusque du rendement lumineux normalisé
Combined gradual & abrupt light output degradation	Dégradation progressive et brusque combinée du rendement lumineux normalisé
named	Désigné
Useful life ($L_x B_y$) nb hrs at x % light with y % of the population failed	Durée de vie utile ($L_x B_y$) nb h à x % de lumière avec y % de la population a échoué
Time to abrupt failure (C_y) nb hrs at y % abrupt failures	Temps jusqu'à défaillance brusque (C_y) nb h à y % de défaillances brusques
LED lamp life ($M_x F_y$) nb hrs at x % of light including abrupt failures with y % of the population failed	Durée de vie de la lampe à LED ($M_x F_y$) nb h à x % de lumière y compris les défaillances brusques avec y % de la population a échoué
for y = 50 named	pour y = 50 de désigné
At rated MUL named	À la valeur assignée de MUL désigné

Anglais	Français
Median Useful life (L_x) nb h at x % light for 50 % of the population	Durée de vie utile médiane (L_x) nb h à x % de lumière pour 50 % de la population
Abrupt failure value (AFV) % abrupt failures at L_x	Valeur de défaillance brusque (AFV) % de défaillances brusques à L_x
Median LED lamp life (M_x) nb hrs at x % of light including abrupt failures for 50 % of the population	Durée de vie médiane de la lampe à LED (M_x) nb hrs à x % de lumière y compris des défaillances brusques pour 50 % de la population
Combined failure value (CFV) % combined failures at L_x	Valeur de défaillance combinée (CFV) % de défaillances combinées à L_x
A: General set of lifetime metrics for providing product data	A: Ensemble général de méthodes de mesure de durée de vie pour fournir des données de produit
B: Standard set of quantities for communication to market	B: Ensemble normalisé de grandeurs pour la communication sur le marché

Figure C.6 – Vue d'ensemble des méthodes de mesure de durée de vie des LED

C.6 Exemple de valeurs de mesure de durée de vie

L'introduction de la durée de vie utile médiane L_x (voir 3.7) avec la valeur de défaillance brusque (voir 3.9) et la durée de vie médiane de la lampe à LED (voir 3.13), fournit un ensemble complet de définitions pour communiquer des spécifications liées à la durée de vie des produits à LED.

Lors de la spécification de différentes valeurs, se reporter aux Tableaux C.1, C.2 et C.3 ci-dessous pour des exemples de valeurs. Les LED encapsulées individuels ou puces LED à l'intérieur d'un produit à LED ne sont pas traités.

Dans de nombreux produits à LED, les valeurs de mesure de durée de vie sont intimement liées. Au fur et à mesure que les caractéristiques assignées du facteur de maintenance du flux lumineux augmentent, les valeurs de durée de vie assignée et d' AFV ont généralement tendance à diminuer (voir le Tableau C.4).

NOTE Les modules de LED avec un rendement lumineux constant sont à l'étude.

Tableau C.1 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie pour les caractéristiques assignées du facteur de maintenance du flux lumineux

nombre en %

L_x			
x	70	80	90

Tableau C.2 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie pour la défaillance brusque

nombre en %

AFV		
3	5	10

Tableau C.3 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie de x pour la durée de vie médiane de la lampe à LED (défaillances combinées)

nombre en %

M_x			
x	70	80	90

Tableau C.4 – Exemple de valeurs de mesure de durée de vie

x (%)	70	80	90
Durée de vie assignée, L_x (h)	30 000	20 000	10 000
AFV (%)	3	2	1,5

Annexe D (normative)

Explication du code photométrique

Exemple de code photométrique comme 830/359, dont la signification est la suivante:

8	3	0	/	3	5	9
---	---	---	---	---	---	---

- **CRI** initial de 87, par exemple
- **CCT** initiale de 3 000 K
- étalement **initial** de **coordonnées trichromatiques** dans une ellipse de MacAdam de niveau 3
- étalement **maintenu** de **coordonnées trichromatiques** à 25 % de la durée de vie assignée (avec une durée maximale de 6 000 h) dans une ellipse de MacAdam de niveau 5
- code de conservation du flux lumineux à 25 % de la durée de vie assignée (avec une durée maximale de 6 000 h), dans cet exemple: ≥ 90 % de la valeur 0 h.

La valeur du rendu des couleurs est exprimée par une valeur qui est obtenue en utilisant les intervalles:

CRI = 70 à 79 → code "7"

CRI = 80 à 89 → code "8"

CRI = 90 à ≥ 90 → code "9"

La valeur la plus élevée est 9.

NOTE Au Japon, les exigences relatives à la classification et l'indication des couleurs sont spécifiées dans la JIS Z 9112.

Annexe E (normative)

Mesurage du facteur de déphasage

E.1 Généralités

L'angle de déphasage (φ_1) du facteur de déphasage ($\cos(\varphi_1)$) de 7.2 doit être mesuré conformément à la définition de E.2 et aux exigences de mesure de E.3.

E.2 Définition de l'angle de déphasage

L'angle de déphasage φ_1 entre le courant harmonique fondamental (I_1) et la tension secteur (U_{mains}) est déterminé comme décrit dans la Figure E.1 et la Figure E.2:

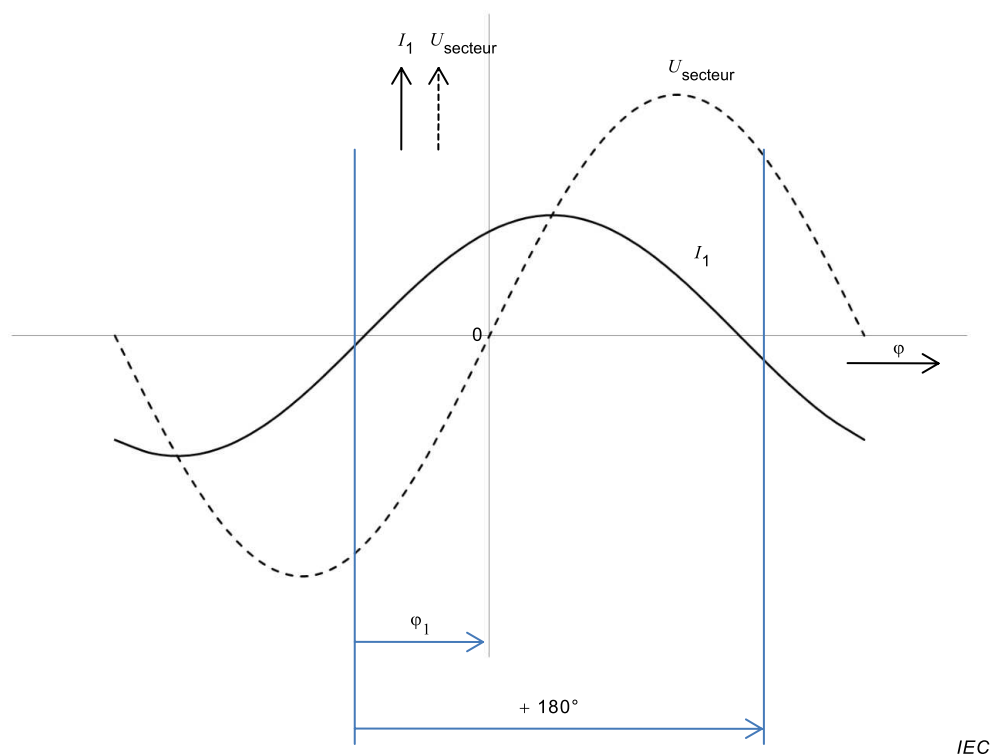
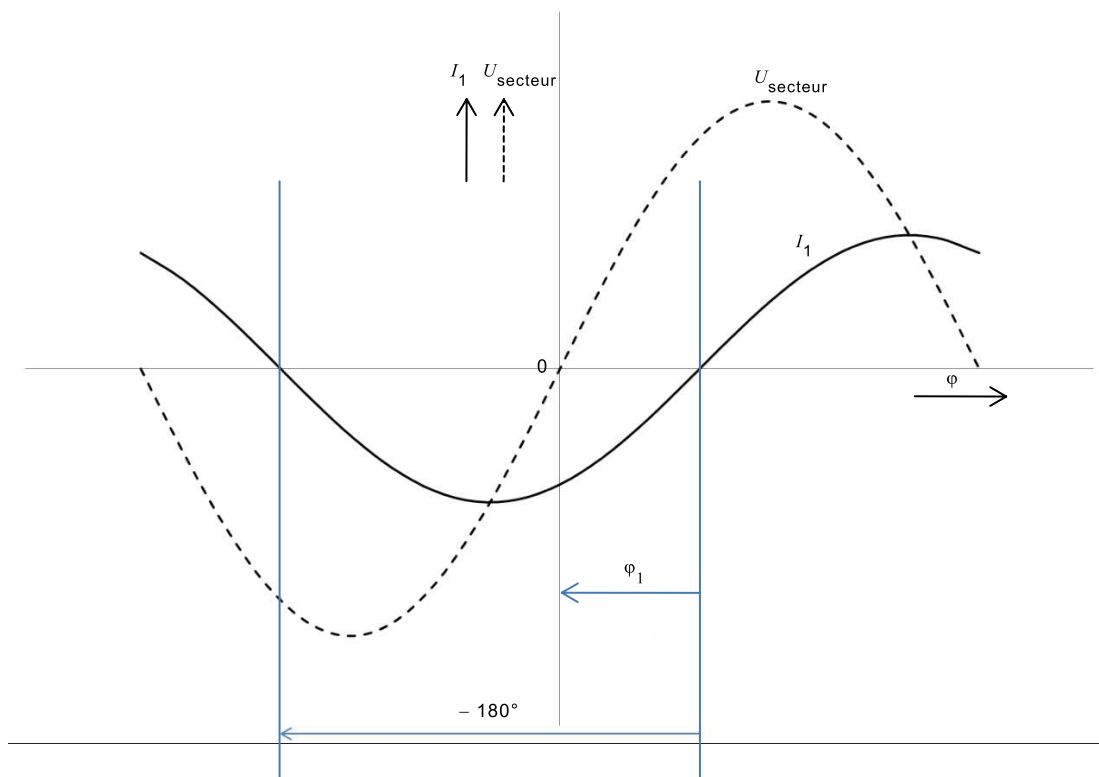


Figure E.1 – Définition de l'angle de déphasage du courant fondamental φ_1
(I_1 est en avance par rapport à U_{mains} , $\varphi_1 > 0$)



IEC

Figure E.2 – Définition de l'angle de déphasage du courant fondamental ϕ_1
(I_1 est en retard par rapport à U_{mains} , $\phi_1 < 0$)

E.3 Exigences relatives aux mesurages

E.3.1 Circuit de mesure et source d'alimentation

Le circuit de mesure et la source d'alimentation sont définis dans l'Annexe A de l'IEC 61000-3-2:2005.

E.3.2 Exigences relatives aux appareils de mesure

Les exigences relatives aux appareils de mesure sont définies dans l'IEC 61000-4-7.

E.3.3 Conditions d'essai

Les conditions d'essai pour les mesurages du déphasage / de l'angle de phase associés à certains types d'équipements sont données dans l'article suivant: Voir le C.5 de l'IEC 61000-3-2:2005/AMD 2:2009.

NOTE Les conditions d'essai pour les sources lumineuses des LED dans l'IEC 61000-3-2:2005, C.5 sont à l'étude.

Annexe F (informative)

Explication du facteur de déphasage

F.1 Généralités

La méthode de mesure du facteur de puissance (λ) est une méthode de mesure composite et elle est constituée des méthodes de mesure primaires: facteur de déphasage ($\kappa_{\text{déphasage}}$) et facteur de distorsion ($\kappa_{\text{distorsion}}$).

La relation entre la méthode de mesure composite λ et ses méthodes de mesure primaires $\kappa_{\text{déphasage}}$ et $\kappa_{\text{distorsion}}$ est comme suit:

$$\lambda = \kappa_{\text{déphasage}} \cdot \kappa_{\text{distorsion}}$$

avec

$$\kappa_{\text{déphasage}} = \cos \varphi_1$$

et

$$\kappa_{\text{distorsion}} = \frac{1}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

d'où

$$\lambda = \frac{\cos \varphi_1}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

L'angle φ_1 est l'angle de déphasage entre la composante fondamentale de la tension d'alimentation et la composante fondamentale du courant secteur. Le taux de distorsion harmonique totale (THD , Total Harmonic Distortion) est quantifié par les harmoniques du courant secteur, conformément à l'IEC 61000-3-2. La relation entre les harmoniques individuels du courant secteur et le THD_i est dans l'équation ci-dessous:

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

où

I_n est l'amplitude du $n^{\text{ième}}$ harmonique du courant secteur.

F.2 Valeurs recommandées pour le facteur de déphasage

Aucun effet négatif sur le réseau électrique n'est à prévoir à partir des modules de LED intégrés (Type 1) s'ils se conforment à la recommandation comme dans le Tableau F.1.

Tableau F.1 – Valeurs recommandées pour le facteur de déphasage

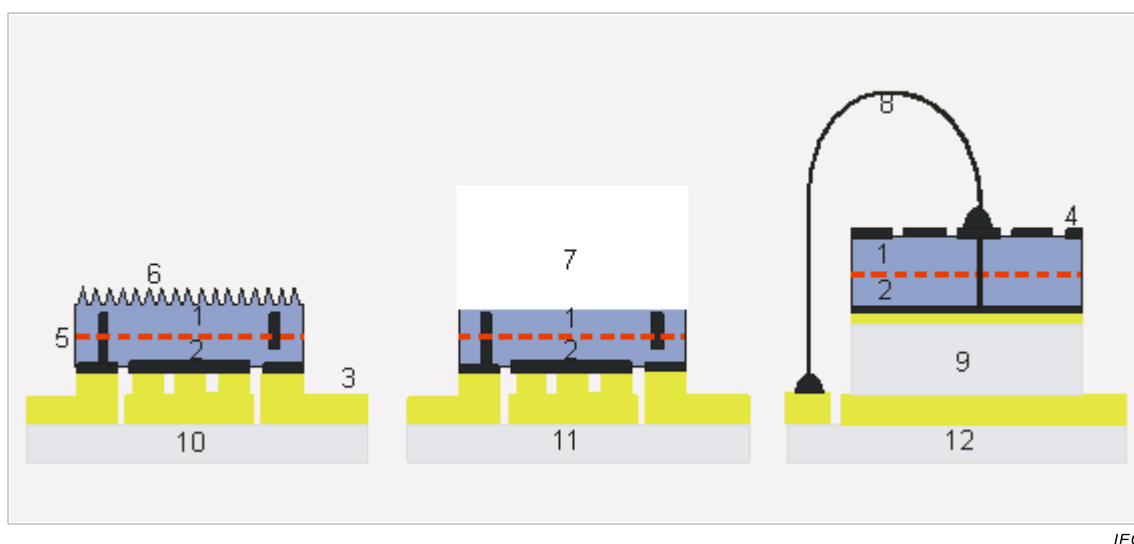
Méthode de mesure	$P \leq 2 \text{ W}$	$2 \text{ W} < P \leq 5 \text{ W}$	$5 \text{ W} < P \leq 25 \text{ W}$	$P > 25 \text{ W}$
$\kappa_{\text{déphasage}} (\cos \varphi_1)$	Pas de limite	$\geq 0,4$	$\geq 0,7$	$\geq 0,9$
Les valeurs sont des exemples pratiques et présentent des lignes directrices.				

Annexe G (informative)

Exemples de puces LED et de LED encapsulées

G.1 Puce LED

Des exemples schématiques des puces LED sont donnés dans la Figure G.1.



IEC

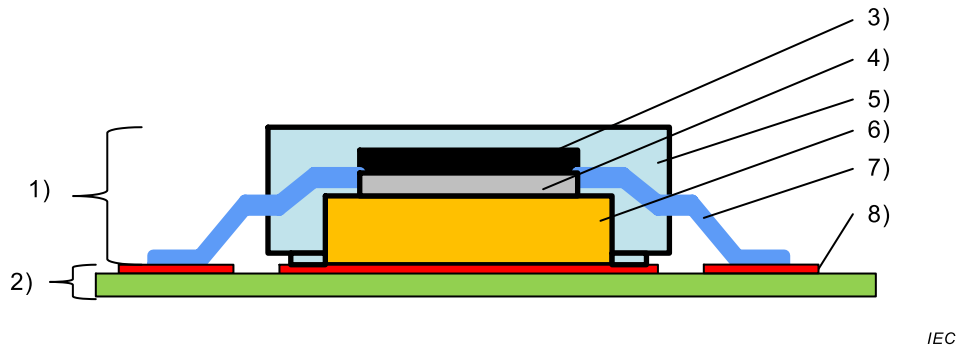
Légende

1 GaN de type n	5 région active MQW (Multi Quantum Well (puits quantiques multiples))	9 substrat/embase intermédiaire conducteur
2 GaN de type p	6 GaN de type n rendu rugueux	10 embase/boîtier
3 contacts métalliques anode/cathode	7 saphir	11 embase/boîtier
4 contact à motifs de type n	8 liaison filaire	12 boîtier
a) LED à puce retournée ("flip-chip") en couche mince		
b) LED à puce retournée ("flip-chip")		
c) LED à puce en couche mince verticale		

Figure G.1 – Dessins schématiques de puces LED

G.2 LED encapsulées

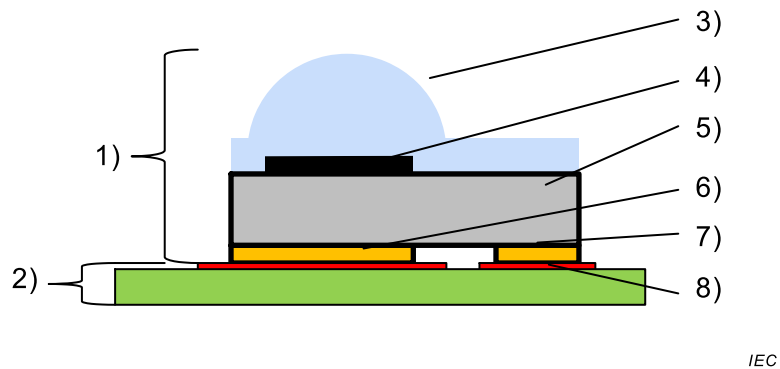
Des exemples schématiques des LED encapsulées sont donnés dans la Figure G.2.



Légende

- | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------|
| 1) | LED encapsulée | 5) | mélange à mouler |
| 2) | carte de circuit imprimé (PCB) | 6) | dissipateur thermique |
| 3) | puce LED | 7) | Fils |
| 4) | fixation de la puce | 8) | pistes de cuivre |

a) LED encapsulée montée en surface avec fils conducteurs



Légende

- | | | | |
|----|--------------------------------|----|---------------------------|
| 1) | LED encapsulée | 5) | substrat en céramique |
| 2) | carte de circuit imprimé (PCB) | 6) | secteur d'écran thermique |
| 3) | lentilles en silicone | 7) | contact électrique |
| 4) | puce LED | 8) | pistes de cuivre |

b) LED encapsulée montée en surface sans fils conducteurs

Figure G.2 – Dessins schématiques de LED encapsulées

Annexe H (informative)

Équipement d'essai pour le mesurage de la température

H.1 Généralités

Les recommandations suivantes se rapportent aux méthodes de réalisation des mesurages de la température sur les modules de LED dans une enceinte fermée aux courants d'air. Elles sont dérivées de l'IEC 60598-1, Annexe K, où les méthodes de mesure ont démontrés qu'elles étaient particulièrement adaptées aux modules de LED; d'autres méthodes peuvent être utilisées, s'il est établi qu'elles sont au moins d'une précision et d'une exactitude égales.

H.2 Réglage et procédure

Il est recommandé de disposer d'un système de mesure capable d'atteindre une incertitude de mesure de $\pm 2,5$ °C.

Les températures des matériaux solides sont généralement mesurées au moyen de thermocouples. La tension de sortie est lue par un dispositif à haute impédance tel qu'un potentiomètre. Avec un instrument à lecture directe, il est important de vérifier que son impédance d'entrée est adaptée à l'impédance du thermocouple. Les indicateurs de température de type chimique ne sont à présent appropriés que pour des vérifications sommaires de mesure.

Il convient que les fils du thermocouple soient de faible conductivité thermique. Un thermocouple approprié est constitué de 80/20 de nickel-chrome associé à 40/60 de nickel-cuivre (ou à 40/60 de nickel-aluminium). Chacun des deux fils (généralement en forme de bande ou à section circulaire) est suffisamment fin pour passer à travers un trou de 0,3 mm. Toutes les parties d'extrémité des fils susceptibles d'être exposés au rayonnement ont un fini métallique à haute réflectance. L'isolation de chaque fil est de température et de tension assignée appropriées; elle est également fine, mais robuste.

Les thermocouples sont fixés sur le point de mesure dans des conditions thermiques de perturbation minimale et par un contact thermique de faible résistance.

Les méthodes suivantes ont été jugées utiles pour fixer les jonctions des thermocouples aux points de mesure. Il convient de choisir les solutions par adhésif adéquates en fonction de la spécification du module de LED (en particulier en ce qui concerne la densité de puissance au point de mesure).

- a) Soudure sur une surface métallique (avec une quantité minimale de soudure) (il convient d'éviter la soudure sous les parties conductrices).
- b) Par un adhésif (quantité minimale exigée). Il convient que l'adhésif ne sépare pas le thermocouple du point de mesure. Il convient qu'un adhésif utilisé avec un matériau translucide soit aussi translucide que possible. Un adhésif approprié au verre est formé d'une portion de silicate de sodium et de deux portions de sulfate de calcium, avec un milieu d'eau.

Sur des pièces non métalliques, les derniers 20 mm du thermocouple sont attachés à la surface pour compenser le flux de chaleur à partir du point de mesure.

La température ambiante moyenne dans l'enceinte fermée aux courants d'air est considérée comme étant la température de l'air à une position proche de l'une des parois perforées sur un niveau avec le centre du module de LED. La température est généralement mesurée par un thermocouple soudé à une masse métallique d'environ 30 g, protégée contre le rayonnement par un cylindre à double paroi en métal poli ouvert vers le haut et le bas.

Annexe I **(normative)**

Utilisation de l'IES LM-80 relative à la conservation du flux lumineux, indice de rendu des couleurs et données de coordonnées trichromatiques maintenues

I.1 Généralités

Conformément à 9.1 (coordonnées trichromatiques), 9.3 (IRC) et 10.2 (conservation du flux lumineux, flux lumineux), les valeurs initiales et maintenues relatives au module de LED sont mesurées. Afin de réduire la durée d'essai pour l'obtention des valeurs maintenues (à 25 % de la durée de vie assignée, maximum 6 000 h), les données issues de l'IES LM-80 doivent être utilisées dans la mesure où les conditions figurant dans l'Article I.2 et les critères de conformité de l'Article I.3 sont remplis.

Si, ni le module de LED ni la LED encapsulée n'a été soumis à l'essai conformément à l'IES LM-80, alors la durée complète d'essai doit être accomplie selon la présente Norme internationale.

I.2 Critères relatifs à l'utilisation de l'IES LM-80

I.2.1 Données de LED encapsulées utilisées pour les modules de LED

Si les données issues d'un rapport d'essai IES LM-80 appliqué à une LED encapsulée sont disponibles, les conditions d'essais en 6.1 sont applicables aux modules de LED avec une durée d'essai de 1 000 h.

Pour les critères de conformité après les essais pendant 1 000 h, se reporter à l'Article I.3.

I.2.2 Module de LED avec données de l'IES LM-80

Si le module de LED a été soumis à essai conformément à l'IES LM-80 y compris à l'IRC, la durée d'essai figurant dans 6.1 peut être évitée.

Les données relatives à la chromaticité, l'IRC et la conservation du flux lumineux à 25 % de la durée de vie assignée, max. 6 000 h issues du rapport d'essai IES LM-80, doivent être prises en compte et utilisées pour remplir les exigences des valeurs maintenues de 9.1, 9.3 et 10.2 respectivement.

I.2.3 Conditions limites

I.2.3.1 Généralités

La combinaison du courant d'entrée efficace maximal choisi et de la température maximale de soudure figurant dans le rapport IES LM-80 doit représenter l'état le plus défavorable du module de LED.

I.2.3.2 Température

Toutes les données de performance indiquées dans la présente norme sont liées à la température de référence $t_{p, rated}$ sur le module de LED. $t_{p, rated}$ est mesurée au point t_p , à l'emplacement de référence sur le module de LED, défini par le fabricant.

Tandis que le module de LED fonctionne à sa propre valeur de $t_{p, rated}$, la température de la LED encapsulée, T_s , telle que définie par l'IES LM-80 doit être mesurée. La valeur mesurée la

plus élevée T_s , à l'intérieur du module de LED, ne doit pas dépasser la température limite T_s issue du rapport IES LM-80.

Dans le cas d'une famille de modules de LED conformément au Tableau 4, la mesure de la température T_s doit être réalisée avec la configuration de module de LED qui donne lieu à la température T_s la plus élevée.

I.2.3.3 Courant d'entrée de la LED encapsulée

Le courant d'entrée efficace maximal de la LED encapsulée dans le module de LED ne doit pas dépasser le courant d'entrée efficace qui a été noté lors de l'essai dans le cadre de l'essai selon l'IES LM-80.

Lorsque l'IES LM-80 est utilisée pour l'obtention de la conservation du flux lumineux et des données des coordonnées trichromatiques maintenues, tout circuit de commande d'appareillage pour la compensation automatique de la dégradation avec le temps du flux lumineux doit être désactivé.

I.3 Critères de conformité

I.3.1 Coordonnées trichromatiques

Les modules de LED évalués d'après 9.1 avec une durée d'essai maintenue conformément à I.2.1 doivent correspondre à la Catégorie de variation de couleurs initiale déclarée par le fabricant ou le fournisseur responsable selon le Tableau 5.

I.3.2 Indice de rendu des couleurs (IRC)

Les modules de LED évalués d'après 9.3 avec une durée d'essai maintenue conformément à I.2.1 doivent correspondre à la valeur IRC déclarée par le fabricant ou le fournisseur responsable selon le Tableau 1, diminuée d'au plus 3 points.

I.3.3 Facteur de conservation du flux lumineux

Les modules de LED évalués d'après 10.2 avec une durée d'essai maintenue conformément à I.2.1 doivent correspondre au code de conservation du flux lumineux déclaré par le fabricant ou le fournisseur responsable selon le Tableau 6.

Bibliographie

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

IEC 62384, *Appareillages électroniques alimentés en courant continu ou alternatif pour modules de DEL – Exigences de performances*

IEC 62612:2013, *Lampes à LED autoballastées pour l'éclairage général avec des tensions d'alimentation > 50 V – Exigences de performances*

IEC 62707-1, *Tri des LED – Partie 1: Exigences générales et matrice de couleur blanche*

IEC 62722-1¹¹, *Performance des luminaires – Part 1: Exigences générales*

IEC PAS 62722-2-1, *Luminaire performance – Part 2-1: Particular requirements for LED luminaires* (disponible en anglais seulement)

CISPR 15:2005¹², *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électriques d'éclairage et les appareils analogues*

CIE 84:1989, *The Measurement of Luminous Flux* (disponible en anglais seulement)

IES LM-79-08, *Electrical and photometric measurements of solid state lighting products* (disponible en anglais seulement)

JIS C 8105-5:2010, *LED modules for general lighting service – Performance requirements* (disponible en anglais seulement)

JIS Z 9112:2012, *Classification of fluorescent lamps and solid state lighting products by chromaticity and colour rendering property* (disponible en anglais seulement)

Journal of the Optical Society of America, 1943 (disponible en anglais seulement)

¹¹ À publier.

¹² Septième édition. Cette édition a été remplacée en 2013 par la CISPR 15:2013, *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électriques d'éclairage et les appareils analogues*.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch