

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

LED packages – Long-term luminous and radiant flux maintenance projection

LED encapsulées – Projection à long terme concernant la conservation du flux lumineux et du flux énergétique



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 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 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

LED packages – Long-term luminous and radiant flux maintenance projection

LED encapsulées – Projection à long terme concernant la conservation du flux lumineux et du flux énergétique

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.140.99

ISBN 978-2-8322-4487-6

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Test method, data collection and sample size	7
5 Long-term luminous flux maintenance projection methods	7
5.1 General.....	7
5.2 Exponential fit function (EFF).....	7
5.2.1 Method	7
5.2.2 Criteria	7
5.3 Border function (BF)	8
5.3.1 Method	8
5.3.2 Criteria	8
5.3.3 Calculating the test data slope and the BF slope	8
6 Temperature data interpolation	8
7 Adjustment of results	8
8 Reporting.....	9
Annex A (informative) Temperature acceleration – Arrhenius method (TA-A)	10
A.1 Method	10
A.2 Criteria.....	10
Annex B (informative) Process flow chart.....	11
Annex C (normative) Border function (BF).....	12
Bibliography.....	14
Figure B.1 – Process flow chart	11
Figure C.1 – Three border functions.....	13
Table 1 – Information to be included in the report	9
Table C.1 – Calculated λ -value for three border functions.....	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LED PACKAGES – LONG-TERM LUMINOUS
AND RADIANT FLUX MAINTENANCE PROJECTION**

FOREWORD

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

International Standard IEC 63013 has been prepared by subcommittee 34A: Lamps, of IEC technical committee 34: Lamps and related equipment.

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

FDIS	Report on voting
34A/2008/FDIS	34A/2015/RVD

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

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

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

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

INTRODUCTION

One of the benefits of LED lighting is their long lifetime compared to that of many other light source technologies.

However, there is currently no international standard for predicting the long-term luminous flux maintenance of LED packages. This document is intended to close this gap by specifying methods for the long-term luminous flux maintenance projection.

This document is the result of the discussions led by a special expert group within IEC technical committee 34 on this topic.

This expert group had collected a set of luminous flux maintenance measurements of 39 LED package types, each tested at three different temperatures.

Various projection methods were analysed based on this set of test data.

Regarding the selection of models, there was a controversial discussion among the experts and no unanimous agreement could be found.

It was concluded at the meeting in Berlin on 21 January 2014 to choose the TM-21 method as the starting point of the analysis and to have the border function as an alternative in case the TM-21 method was not applicable. It was further concluded that the Arrhenius temperature acceleration should be included in an informative annex.

At the meeting on 26 January 2015 in Washington some further editorial improvements were made and it was agreed to submit this document to IEC as a new project with a view to developing a full international standard.

This new project was approved and all comments received during the enquiry stage were discussed by the project team and resolved. This document incorporates the changes agreed by the project team.

LED PACKAGES – LONG-TERM LUMINOUS AND RADIANT FLUX MAINTENANCE PROJECTION

1 Scope

This document is applicable to LED packages for general lighting services.

It specifies procedures and conditions for measuring the luminous flux maintenance of LED packages. It also provides the procedures and conditions (criteria) of projecting the long-term luminous flux maintenance based on limited luminous flux maintenance test data collected. Within the context of this document, wherever luminous flux measurement data is specified, radiant flux measurement data can also be used.

These projection methods employ data collected as per ANSI/IES LM-80-15 (LM-80).

The long-term projection is based on the exponential-fit-function procedure of IES TM-21-11 (TM-21), and gives an alternative border function procedure in the case where the exponential-fit-function of IES TM-21-11 is not applicable.

2 Normative references

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

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

IES TM-21-11, *Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources*

IES LM-80-08¹, *IES Approved Method for Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources*

ANSI/IES LM-80-15, *IES Approved Method: Measuring Luminous Flux and Color Maintenance of LED Packages, Arrays and Modules*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62504 and the following apply.

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

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

¹ Withdrawn. This edition was replaced in 2015 by IES LM-80-15, *IES Approved Method: Measuring Luminous Flux and Color Maintenance of LED Packages, Arrays and Modules*.

3.1

case temperature

temperature value of the thermocouple attachment point as specified by the manufacturer

4 Test method, data collection and sample size

Luminous flux maintenance test data shall be collected according to the methods described in ANSI/IES LM-80-15. Test data collected according to IES LM-80-08 shall be acceptable.

When collecting data for long-term luminous flux maintenance projection, it is recommended to use intervals smaller than 1 000 h for the measurement of the luminous flux and to perform measurements beyond 6 000 h.

Recommendations on sample size are found in IES TM-21-11.

5 Long-term luminous flux maintenance projection methods

5.1 General

The following projection methods are included in this document:

- Exponential fit function (EFF)
- Border function (BF)

The EFF method shall be used as the primary method, with the BF method used as an alternative only when the EFF calculation yields a negative or zero α -value, see Annex B (Flowchart).

If at least one temperature data set leads to the application of the BF method ($\alpha \leq 0$), then all temperature data sets of the same LED package shall be evaluated with the BF method.

Annex A describes a temperature acceleration method according to the temperature acceleration Arrhenius (TA-A) formula.

5.2 Exponential fit function (EFF)

5.2.1 Method

The exponential fit function method (EFF), as described in IES TM-21-11, is based on the assumption that after early luminous flux degradation modes are complete, the subsequent test data can be fitted and extrapolated using an exponential curve-fit function, using the formula

$$f(t) = B \exp(-\alpha t) \quad (1)$$

The luminous flux maintenance projection shall be performed according to IES TM-21-11, Section 5.

5.2.2 Criteria

The EFF method shall be applied only to data sets showing normal degradation with $\alpha > 0$, a “downward” projection. In cases where the data fit yields an EFF with $\alpha \leq 0$, a “flat or upward” projection, then the BF method shall be applied.

5.3 Border function (BF)

5.3.1 Method

The border function (BF) method is based on the assumption that an exponential model is a conservative estimation of the actual long-term luminous flux maintenance, and is applied when the criteria of 5.2.2 have met.

The border function shall be calculated according to Annex C.

Each border function has an associated life and luminous flux maintenance target value.

The associated life target is considered to be a median life and shall be a multiple of 5 000 h and the luminous flux maintenance target shall be 70 %, 80 % or 90 %.

5.3.2 Criteria

If

- the tested luminous flux value is greater than the value calculated as per the border function for at least the last 2 000 h of the test, and is supported by at least 3 successive measurements points, and
- the value of the slope of the test data for the last 2 000 h of the test is greater than the corresponding value of the slope of the border function for the same time period (for the calculation of the slopes see 5.3.3),

then the associated median life and luminous flux maintenance target value of the BF may be used as the projected median life L_x for the tested LED package.

5.3.3 Calculating the test data slope and the BF slope

Calculate the slope of the test data for the last 2 000 h by making a linear fit to all averaged test points in that time period. At least 3 successive measurement points shall be applied. The regression coefficient of the linear fit shall be reported.

The corresponding slope of the BF for the last 2 000 h is approximated by the formula

$$\text{BFslope} = -\lambda \exp(-\lambda (t_{\text{end}} - 1\,000\text{ h})) \quad (2)$$

where t_{end} is the time of the last test point.

6 Temperature data interpolation

If temperature interpolation is employed, then it shall be performed according to the Arrhenius formula in IES TM-21-11, Clause 6.

NOTE Additional information on the Arrhenius method can be found in IEC 62506.

Temperature interpolation is limited to the temperature range between the tested temperatures.

7 Adjustment of results

The results of 5.2 and 5.3 shall be adjusted according to IES TM-21-11, 5.2.5.

8 Reporting

The report of the luminous flux maintenance projection shall include the following information shown in Table 1. Only L_{70} and L_{xx} values adjusted as per Clause 7 shall be reported, according to the notation in IES TM-21-11, 5.2.6.

Table 1 – Information to be included in the report

Description of LED package tested (manufacturer, model, catalogue number)	
Sample size	
Number of failures during testing period	
Forward current(s) used in the test	mA
Maintenance test duration	h
Case temperature(s) during testing	°C
Projection method used (including values of mathematical fit parameters)	
Test duration used for projection as per IES TM-21-11	h to h
Reported L_{xx} (Dk) (e.g. 85 °C, tested)	h
Reported L_{xx} (Dk) (e.g. 95 °C, interpolated)	h
Reported L_{xx} (Dk) (e.g. 105 °C, tested)	h

Annex A (informative)

Temperature acceleration – Arrhenius method (TA-A)

A.1 Method

The Arrhenius method is based on the basic assumption that the ageing (degradation) mechanism can be accelerated by raising the case temperature and that the activation energy E_a can be used to describe this acceleration behaviour. The basic equations describing this model are that the luminous flux degrades according to a function $f(t, \rho)$ with degradation parameter ρ depending on temperature T as follows

$$\rho(T) = K \exp(-E_a / k_B T) \quad (\text{A.1})$$

The activation energy E_a and two measured points at time and temperature conditions (τ_1, T_1) and (τ_2, T_2) where light degradation to a luminous flux maintenance factor is observed can be used to describe an acceleration factor according to the formula

$$AF_T = \frac{\tau_1}{\tau_2} = \exp \left\{ \frac{E_a}{k_B} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right\} \quad (\text{A.2})$$

where

AF_T is the acceleration factor due to temperature differences;

E_a is the activation energy in eV;

k_B is the Boltzmann constant in eV/K;

τ_1, τ_2 are the times with $\tau_1 > \tau_2$ in h;

T_1, T_2 are the temperatures with $T_1 < T_2$ in K.

The Arrhenius luminous flux maintenance projection should be performed according to IEC 62506:2013, 5.6.1.2.

A.2 Criteria

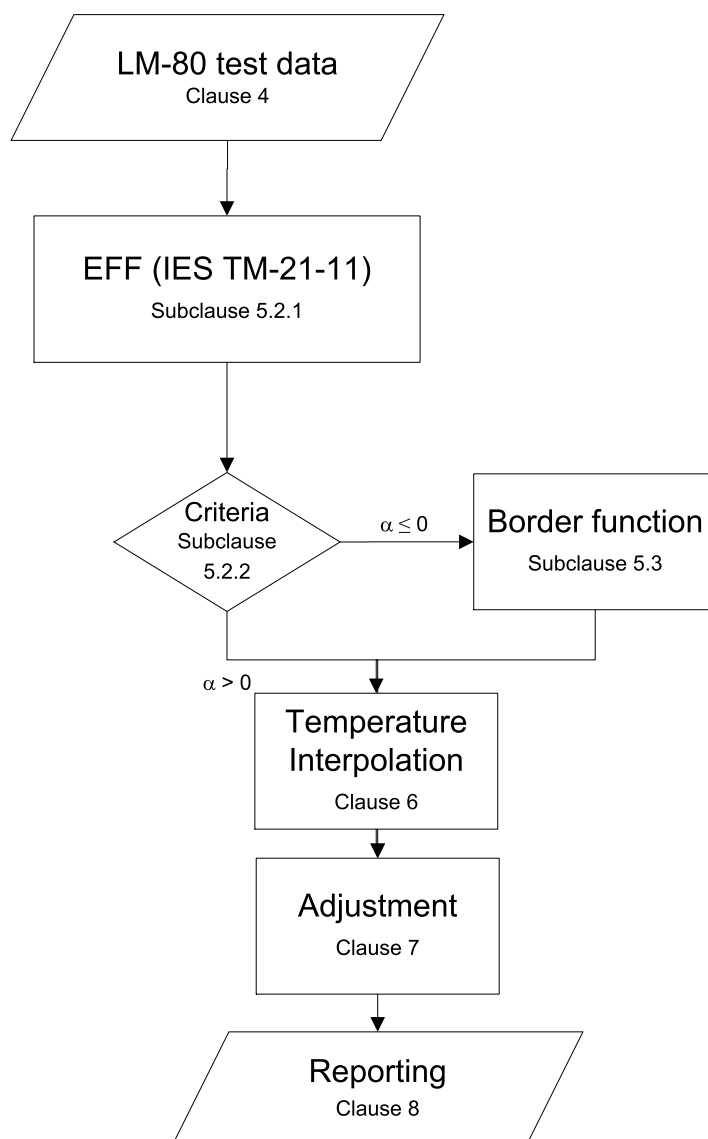
The following criteria are applicable:

- The activation energy E_a should be known for application of the Arrhenius model. The LED package manufacturer estimates the activation energies for the relevant degradation modes each time they qualify a new component technology. The activation energy should be in the range $0,1 \text{ eV} < E_a < 1,0 \text{ eV}$.
- There should be no evidence for positive degradation, i.e. no “upward” projection in the data set.
- For each temperature in the data set, higher temperatures should show more rapid degradation.
- The TA-A method should not be used if evidence exists that the temperature acceleration has caused a change in degradation mode.
- If there is evidence for more than one significant degradation mode, then the TA-A method should be applied to each degradation mode separately. For example, if the data set shows a significant change in degradation rate, i.e. mode 1 completed and mode 2 continued onward, then the acceleration factor determined for mode 1 should only be applied to mode 1 and not to mode 2 or any future degradation modes.

Annex B (informative)

Process flow chart

Figure B.1 outlines the process described in this document.



IEC

Figure B.1 – Process flow chart

Annex C (normative)

Border function (BF)

A border function $B(t)$ shall be defined using the formula

$$B(t) = \exp(-\lambda t) \quad (\text{C.1})$$

where

λ is the exponential coefficient;

t is the time in hours.

Setting $t = L_x$ and $B(L_x) = x/100$ and solving this equation for λ gives the parameter for use in the border function equation.

Example:

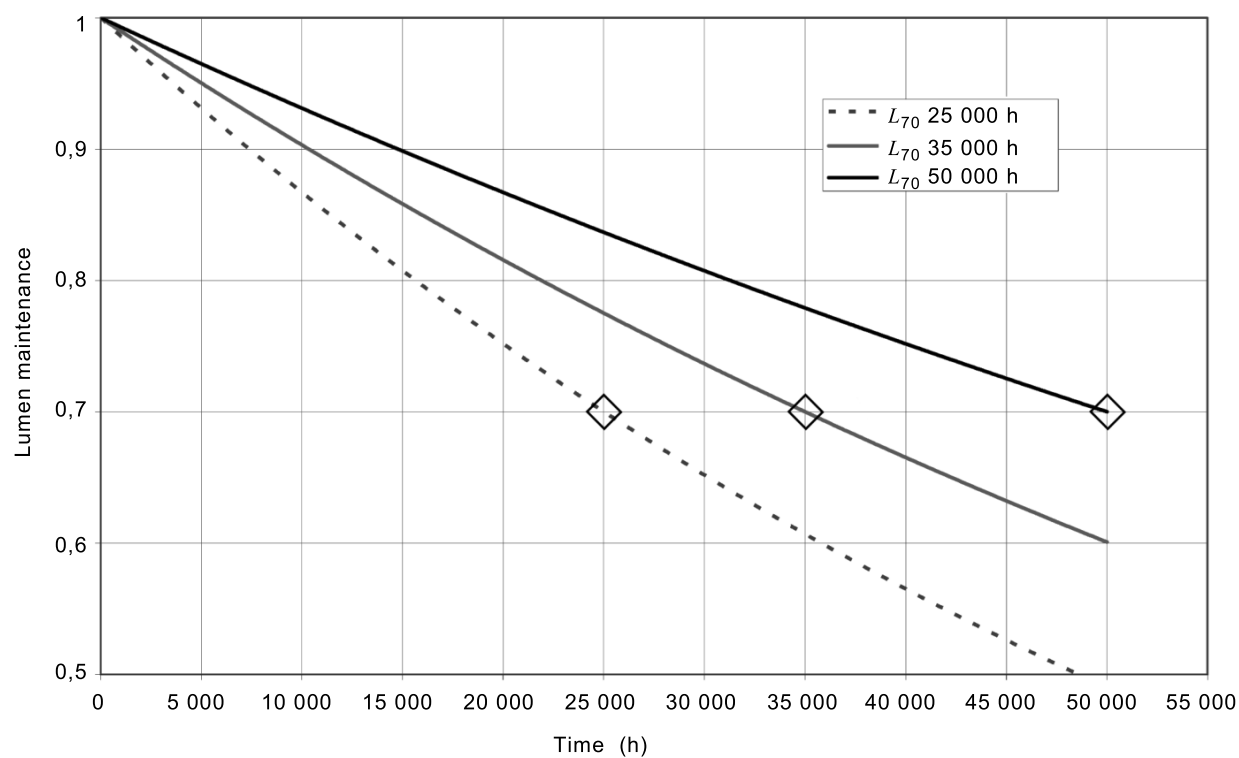
Using 70 % as a target for the luminous flux maintenance projection, the following values for the exponential coefficient λ are calculated, see Table C.1.

Table C.1 – Calculated λ -value for three border functions

Luminous flux maintenance L_{70} [h]	25 000	35 000	50 000
Corresponding value of λ [1/h]	$1,43 \times 10^{-5}$	$1,02 \times 10^{-5}$	$7,13 \times 10^{-6}$

Other values for λ can be calculated for other target L_{70} values and for other L_x targets.

Figure C.1 shows the three border functions given in Table C.1.



IEC

Figure C.1 – Three border functions

Bibliography

IEC 62506:2013, *Methods for product accelerated testing*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION.....	19
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	20
3 Termes et définitions	20
4 Méthode d'essai, recueils des données et effectif d'échantillon.....	21
5 Méthodes de projection concernant la conservation du flux lumineux à long terme	21
5.1 Généralités	21
5.2 Fonction d'approximation exponentielle (EFF).....	21
5.2.1 Méthode	21
5.2.2 Critères	22
5.3 Fonction enveloppe (BF)	22
5.3.1 Méthode	22
5.3.2 Critères	22
5.3.3 Calcul de la pente des données d'essai et de la pente de la BF	22
6 Interpolation des données de températures	23
7 Ajustement des résultats	23
8 Rapport	23
Annexe A (informative) Accélération en température – Méthode d'Arrhenius (TA-A).....	24
A.1 Méthode.....	24
A.2 Critères.....	24
Annexe B (informative) Organigramme de processus.....	26
Annexe C (normative) Fonction enveloppe (BF)	27
Bibliographie.....	29
Figure B.1 – Organigramme de processus	26
Figure C.1 – Trois fonctions enveloppes	28
Tableau 1 – Informations devant figurer dans le rapport.....	23
Tableau C.1 – Valeur λ calculée pour trois fonctions enveloppes	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

La Norme internationale IEC 63013 a été établie par le sous-comité 34A: Lampes, du comité d'études 34 de l'IEC: Lampes et équipements associés.

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

FDIS	Rapport de vote
34A/2008/FDIS	34A/2015/RVD

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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

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

INTRODUCTION

L'un des avantages de l'éclairage LED réside dans leur durée de vie plus longue comparée à celle de nombreuses autres technologies de sources lumineuses.

Toutefois, il n'existe actuellement aucune norme internationale destinée à prévoir la conservation du flux lumineux à long terme des LED encapsulées. Le présent document est destiné à combler cette lacune en spécifiant des méthodes de projection concernant la conservation du flux lumineux à long terme.

Ce document résulte de discussions d'un groupe spécial d'experts au sein du comité d'études 34 de l'IEC sur ce thème.

Ce groupe d'experts a collecté un ensemble de mesures de la conservation du flux lumineux de 39 types de LED encapsulées, chacune d'entre elles étant soumise à essai avec trois températures différentes.

Plusieurs méthodes de projection ont été analysées en se fondant sur cet ensemble de données d'essais.

Le choix des modèles a donné lieu à une controverse lors des discussions des experts et aucun accord unanime n'a pu être obtenu.

Il a été conclu, lors de la réunion qui s'est tenue à Berlin le 21 janvier 2014 de choisir la méthode TM-21 comme point de départ de l'analyse et d'utiliser, comme alternative, la fonction enveloppe dans le cas où la méthode TM-21 ne serait pas applicable. Il a en outre été conclu qu'il convenait d'inclure l'accélération en température (loi d'Arrhenius) dans une annexe informative.

Lors de la réunion du 26 janvier 2015 à Washington, de nouvelles améliorations d'ordre rédactionnel ont été effectuées et il a été convenu de soumettre ce document à l'IEC en tant que nouveau projet, en vue d'élaborer une norme internationale pleinement reconnue.

Ce nouveau projet a été approuvé et tous les commentaires reçus pendant le stade enquête ont fait l'objet de discussions au sein de l'équipe de projet et ils ont été traités. Ce document incorpore les modifications convenues par l'équipe de projet.

LED ENCAPSULÉES – PROJECTION À LONG TERME CONCERNANT LA CONSERVATION DU FLUX LUMINEUX ET DU FLUX ÉNERGÉTIQUE

1 Domaine d'application

Le présent document est applicable aux LED encapsulées d'utilisation courante.

Elle spécifie les procédures et les conditions pour mesurer la conservation du flux lumineux des LED encapsulées. Elle stipule également les procédures et les conditions (critères) de projection de la conservation du flux lumineux à long terme en se fondant sur des données d'essais collectées de la conservation du flux lumineux limitée. Dans le contexte du présent document, chaque fois que sont spécifiées des données de mesure du flux lumineux, des données de mesure du flux énergétique peuvent également être utilisées.

Ces méthodes de projection emploient des données collectées selon l'ANSI/IES LM-80-15 (LM-80).

La projection à long terme repose sur la procédure de la fonction d'approximation exponentielle de l'IES TM-21-11 (TM-21), et elle donne, en variante, une procédure de la fonction enveloppe, dans le cas où la fonction d'approximation exponentielle de l'IES TM-21-11 n'est pas applicable.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IES TM-21-11, *Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources* (disponible en anglais seulement)

IES LM-80-08¹, *IES Approved Method for Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources* (disponible en anglais seulement)

ANSI/IES LM-80-15, *Approved Method: Measuring Luminous Flux and Color Maintenance of LED Packages, Arrays and Modules* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 62504 s'appliquent.

¹ Supprimée. IES LM-80-08 a été remplacée en 2015 par l'IES LM-80-15, *Approved Method: Measuring Luminous Flux and Color Maintenance of LED Packages, Arrays and Modules*.

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

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

3.1

température du boîtier

température du point de fixation des couples thermoélectriques sur la LED encapsulée, telle que spécifiée par le fabricant du boîtier

4 Méthode d'essai, recueils des données et effectif d'échantillon

Les données d'essai relatives à la conservation du flux lumineux doivent être collectées conformément aux méthodes décrites dans l'ANSI/IES LM-80-15. Les données d'essai collectées selon l'IES LM-80-08 doivent être considérées comme acceptables.

Lorsque sont collectées des données de la projection à long terme concernant la conservation du flux lumineux, il est recommandé d'utiliser des intervalles inférieurs à 1 000 h pour la mesure du flux lumineux et de réaliser des mesures dépassant 6 000 h.

Les recommandations liées à l'effectif d'échantillon figurent dans l'IES TM-21-11.

5 Méthodes de projection concernant la conservation du flux lumineux à long terme

5.1 Généralités

Les méthodes de projection suivantes figurent dans le présent document:

- Fonction d'approximation exponentielle (EFF, *Exponential fit function*)
- Fonction enveloppe (BF, *Border function*)

La méthode EFF doit être utilisée en tant que méthode principale, tandis que la méthode BF doit être utilisée en tant qu'alternative uniquement lorsque le calcul EFF établit une valeur α négative ou nulle, se reporter à l'Annexe B (Logigramme).

Si au moins un ensemble de données de températures donne lieu à l'application de la méthode BF ($\alpha \leq 0$), tous les ensembles de données de températures de la même LED encapsulée doivent être évalués selon la méthode BF.

L'Annexe A décrit une méthode d'accélération en température selon la formule d'Arrhenius (TA-A) d'accélération en température.

5.2 Fonction d'approximation exponentielle (EFF)

5.2.1 Méthode

La méthode de la fonction d'approximation exponentielle (EFF), telle que décrite dans l'IES TM-21-11, repose sur l'hypothèse qu'après l'accomplissement des modes de dégradation du flux lumineux au premier stade, les données d'essai qui en découlent peuvent être approchées et extrapolées en utilisant une fonction d'approximation de courbe exponentielle, à l'aide de la formule

$$f(t) = B \exp(-\alpha t) \quad (1)$$

La projection concernant la conservation du flux lumineux doit être réalisée conformément à l'IES TM-21-11, Section 5.

5.2.2 Critères

La méthode EFF doit être appliquée uniquement aux ensembles de données présentant une dégradation normale avec une valeur $\alpha > 0$, projection “descendante”. Dans les cas où l'approximation des données produit une EFF comportant la valeur $\alpha \leq 0$, projection “plane ou ascendante”, alors la méthode BF doit être appliquée.

5.3 Fonction enveloppe (BF)

5.3.1 Méthode

La méthode de la fonction enveloppe (BF) est fondée sur l'hypothèse qu'un modèle exponentiel est une estimation prudente de la valeur réelle de la conservation à long terme du flux lumineux et elle est appliquée lorsque les critères de 5.2.2 sont remplis.

La fonction enveloppe doit être calculée selon l'Annexe C.

Chaque fonction enveloppe comporte une valeur cible de la conservation du flux lumineux et de la durée de vie associée.

La valeur cible de la durée de vie associée est considérée comme étant une durée de vie médiane et elle doit représenter un multiple de 5 000 h et la valeur cible de conservation du flux lumineux doit être égale à 70 %, 80 % ou 90 %.

5.3.2 Critères

Si

- la valeur du flux lumineux en essai est supérieure à la valeur calculée selon la fonction enveloppe pendant au minimum les dernières 2 000 h de l'essai, et est prise en charge par au moins 3 points de mesure successifs, et
- la valeur de la pente des données d'essai pendant les dernières 2 000 h de l'essai est supérieure à la valeur correspondante de la pente de la fonction enveloppe pendant la même période de temps (pour connaître le calcul des pentes, se reporter au 5.3.3),

alors, la valeur cible de la conservation du flux lumineux et de la vie médiane associée de la BF peut être utilisée en tant que vie médiane prévue L_x de la LED encapsulée en essai.

5.3.3 Calcul de la pente des données d'essai et de la pente de la BF

Calculer la pente des données d'essai pendant les dernières 2 000 h en effectuant une approximation linéaire par rapport à la moyenne de tous les points d'essai dans cette période de temps. Au minimum 3 points de mesure successifs doivent être appliqués. Le coefficient de régression de l'approximation linéaire doit être consigné.

La pente correspondante de la BF pendant les dernières 2 000 h est approchée par la formule

$$\text{BFslope} = -\lambda \exp(-\lambda (t_{\text{end}} - 1\,000\text{ h})) \quad (2)$$

où t_{end} est le temps du dernier point d'essai.

6 Interpolation des données de températures

Si l'interpolation des températures est utilisée, alors elle doit être réalisée selon la formule d'Arrhenius figurant dans l'IES TM-21-11, Article 6.

NOTE Des informations supplémentaires relatives à la méthode d'Arrhenius peuvent être trouvées dans l'IEC 62506.

L'interpolation des températures est limitée à la plage de températures située entre les températures en essai.

7 Ajustement des résultats

Les résultats de 5.2 et 5.3 doivent être ajustés selon l'IES TM-21-11, 5.2.5.

8 Rapport

Le rapport de la projection concernant la conservation du flux lumineux doit comprendre les informations ci-après figurant dans le Tableau 1. Les seules valeurs L_{70} et L_{xx} ajustées selon l'Article 7 doivent être consignées, selon l'indication figurant dans l'IES TM-21-11, 5.2.6.

Tableau 1 – Informations devant figurer dans le rapport

Description de la LED encapsulée en essai (fabricant, modèle, numéro au catalogue)	
Effectif d'échantillon	
Nombre de défaillances au cours de la période d'essai	
Courant(s) direct(s) utilisés lors de l'essai	mA
Durée d'essai ayant trait à la conservation	h
Température(s) du boîtier pendant l'essai	°C
Méthode de projection utilisée (comprenant les valeurs des paramètres d'approximations mathématiques)	
Durée d'essai utilisée pour la projection selon l'IES TM-21-11	h à h
Valeur consignée L_{xx} (Dk) (ex.: 85 °C, soumis à l'essai)	h
Valeur consignée L_{xx} (Dk) (ex.: 95 °C, avec interpolation)	h
Valeur consignée L_{xx} (Dk) (ex.: 105 °C, soumis à l'essai)	h

Annexe A (informative)

Accélération en température – Méthode d'Arrhenius (TA-A)

A.1 Méthode

La méthode d'Arrhenius repose sur l'hypothèse de base que le mécanisme de vieillissement (dégradation) peut être accéléré en élevant la température du boîtier et que l'énergie d'activation E_a peut être utilisée pour décrire ce comportement d'accélération. Les équations de base décrivant ce modèle indiquent que le flux lumineux se dégrade selon une fonction $f(t, \rho)$ avec un paramètre de dégradation ρ dépendant de la température T comme suit

$$\rho(T) = K \exp(-E_a / k_B T) \quad (\text{A.1})$$

L'énergie d'activation E_a et deux points mesurés dans les conditions de temps et de température (τ_1, T_1) et (τ_2, T_2) dans lesquelles le facteur de dégradation de la lumière par rapport à un flux lumineux maintenu est observé, peuvent être utilisés pour décrire un facteur d'accélération selon la formule

$$AF_T = \frac{\tau_1}{\tau_2} = \exp \left\{ \frac{E_a}{k_B} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right\} \quad (\text{A.2})$$

où

AF_T est le facteur d'accélération dû aux différences de températures;

E_a est l'énergie d'activation en eV;

k_B est la constante de Boltzmann en eV/K;

τ_1, τ_2 sont les temps avec $\tau_1 > \tau_2$ en h;

T_1, T_2 sont les températures avec $T_1 < T_2$ en K.

Il convient de réaliser la projection concernant la conservation du flux lumineux selon le modèle d'Arrhenius, conformément à l'IEC 62506:2013, 5.6.1.2.

A.2 Critères

Les critères suivants sont applicables:

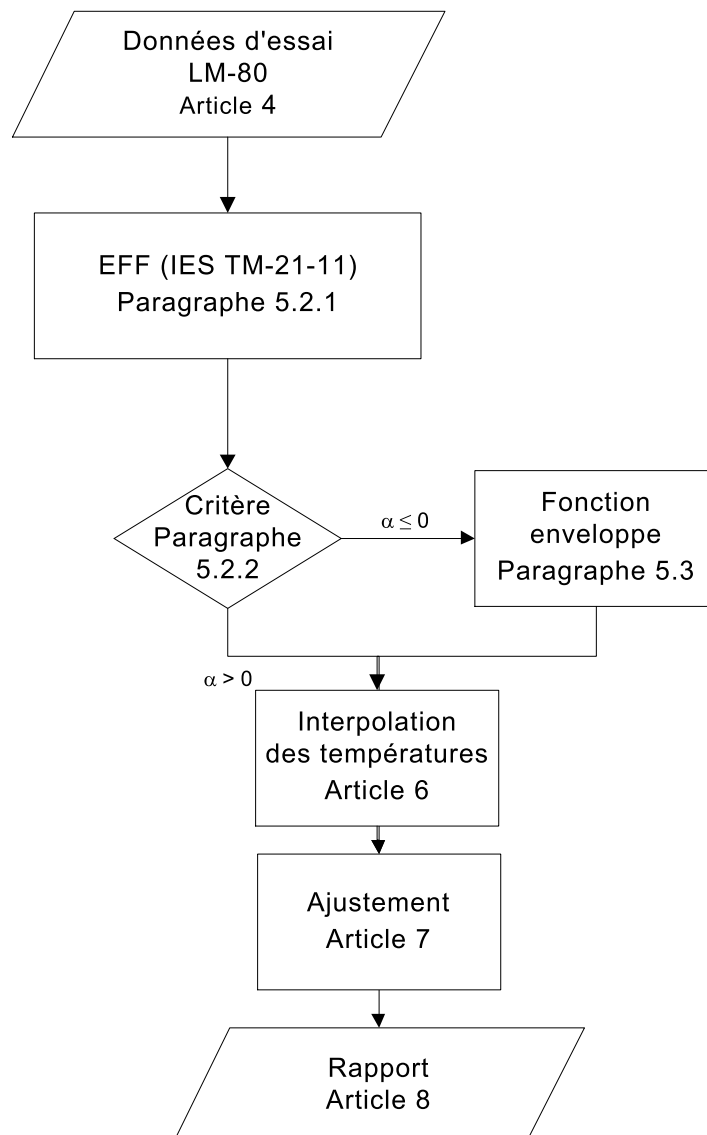
- Il convient que l'énergie d'activation E_a soit connue pour l'application du modèle d'Arrhenius. Le fabricant de LED encapsulées réalise une estimation des énergies d'activation pour les modes de dégradation pertinents, à chaque fois qu'ils homologuent une nouvelle technologie de composants. Il convient que l'énergie d'activation se situe dans la plage $0,1 \text{ eV} < E_a < 1,0 \text{ eV}$.
- Il convient de ne constater aucune dégradation positive, à savoir aucune projection "croissante" dans l'ensemble de données.
- Pour chaque température de l'ensemble de données, il convient que des températures plus élevées donnent lieu à une dégradation plus rapide.
- Il convient de ne pas utiliser la méthode TA-A si des éléments prouvent que l'accélération en température a entraîné une modification du mode de dégradation.
- S'il est observé plusieurs modes de dégradation significatifs, alors il convient d'appliquer la méthode TA-A à chaque mode de dégradation séparément. Par exemple, si l'ensemble de données présente une modification significative du taux de dégradation, c'est-à-dire le

mode 1 étant accompli et le mode 2 étant en cours, alors il convient d'appliquer uniquement le facteur d'accélération déterminé pour le mode 1 au mode 1 et non pas au mode 2 ni à aucun mode de dégradation à venir.

Annexe B (informative)

Organigramme de processus

La Figure B.1 récapitule le processus décrit dans le présent document.



IEC

Figure B.1 – Organigramme de processus

Annexe C (normative)

Fonction enveloppe (BF)

Une fonction enveloppe $B(t)$ doit être définie au moyen de la formule

$$B(t) = \exp(-\lambda t) \quad (\text{C.1})$$

où

λ est le coefficient exponentiel;

t est le temps, en heures.

Établir $t = L_x$ et $B(L_x) = x/100$ et résoudre cette équation for λ donnent le paramètre d'utilisation dans l'équation de la fonction enveloppe.

Exemple:

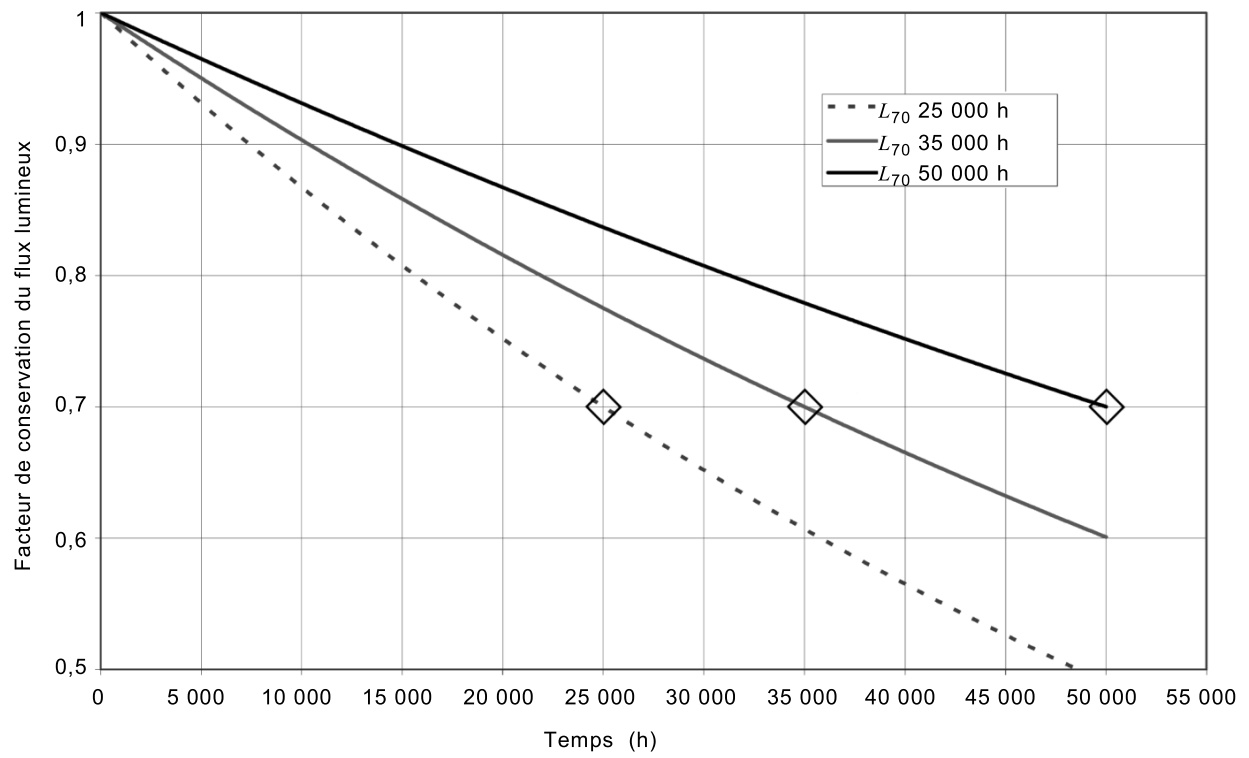
En utilisant 70 % comme valeur cible pour la projection concernant la conservation du flux lumineux, les valeurs suivantes du coefficient exponentiel λ sont calculées, se reporter au Tableau C.1.

Tableau C.1 – Valeur λ calculée pour trois fonctions enveloppes

Conservation du flux lumineux L_{70} [h]	25 000	35 000	50 000
Valeur correspondante de λ [1/h]	$1,43 \times 10^{-5}$	$1,02 \times 10^{-5}$	$7,13 \times 10^{-6}$

D'autres valeurs de λ peuvent être calculées pour d'autres valeurs L_{70} cibles et pour d'autres valeurs L_x cibles.

La Figure C.1 représente les trois fonctions enveloppes indiquées dans le Tableau C.1.



IEC

Figure C.1 – Trois fonctions enveloppes

Bibliographie

IEC 62506:2013, *Méthodes d'essais accélérés de produits*

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