

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Environmental testing –

Part 2-87: Tests – UV-C exposure of materials and components to simulate ultraviolet germicidal Irradiation or other applications

Essais d'environnement –

Partie 2-87: Essais – Exposition des matériaux et composants aux UV-C pour simuler l'irradiation germicide aux ultraviolets ou d'autres applications



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Environmental testing –

Part 2-87: Tests – UV-C exposure of materials and components to simulate ultraviolet germicidal Irradiation or other applications

Essais d'environnement –

Partie 2-87: Essais – Exposition des matériaux et composants aux UV-C pour simuler l'irradiation germicide aux ultraviolets ou d'autres applications

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 19.040

ISBN 978-2-8322-9871-8

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.

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Background	7
4.1 Overview.....	7
4.2 Exposures to UV-C irradiation.....	7
4.3 Temperature	7
4.4 Humidity	8
5 Test chamber for performing UV-C exposures	8
5.1 General.....	8
5.2 Source of UV-C.....	8
5.3 Irradiance monitoring and control.....	8
5.3.1 General	8
5.3.2 Common sources of UV-C measurement error.....	8
5.4 Temperature	9
6 Test procedures	9
6.1 General.....	9
6.2 Test conditions	9
6.2.1 General	9
6.2.2 Irradiance	9
6.2.3 Temperature.....	10
6.3 Test severities	10
7 Evaluation criteria.....	11
8 Information to be specified in the relevant specification and given in the test report.....	12
8.1 Information to be specified in the relevant specification	12
8.2 Additional general information to be given in the test report.....	12
Bibliography.....	13
Table 1 – Radiant dosages received by materials in one year of UVGI cycles	7
Table 2 – Test severities and example applications	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-87: Tests – UV-C exposure of materials and components to simulate ultraviolet germicidal irradiation or other applications

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60068-2-87 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
104/1067/FDIS	104/1073/RVD

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

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

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

A list of all parts in the IEC 60068 series, published under the general title *Environmental testing*, can be found on the IEC website.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-87:2024

INTRODUCTION

UV-C radiation (with wavelength ranging from 100 nm to 280 nm) emitted by the sun is known to destroy DNA and RNA in living cells, but it is filtered entirely by the atmosphere, so that none reaches Earth's surface. Because of its effects on cells, artificial light sources that emit UV-C radiation are used to kill or deactivate pathogens in air, water, and on material surfaces, a process known as ultra-violet germicidal irradiation (UVGI). Although UVGI systems for disinfection of water have been in use for decades, the technology's use on surfaces and in air has become common more recently and has accelerated in response to the COVID-19 pandemic.

UV-C radiation is potentially harmful to polymers, textiles, and other materials. Consequently, UVGI treatments can degrade material properties, especially when frequently performed.

The test procedure set out in this document is intended as a standardized method of evaluating the effects of UVGI on either samples of material or components, subsystems or complete systems of electrical equipment.

The severities are listed in order from lowest to highest expected UV-C radiation dose. A low severity environment represents materials exposed to UVGI treatments infrequently. Higher severity environments represent materials with more frequent exposures, including materials used within a UVGI system's components.

The majority of UVGI systems in use rely on low pressure mercury lamps, which emit most of their output at a single wavelength of 254 nm. This type of lamp is available in several power levels and in many physical configurations, but the spectral output is the same regardless of these factors. Other light sources are used in some UVGI systems, including excimer lamps with output at 222 nm and LEDs with output at 265 nm.

This document will be limited to applications using low pressure mercury lamps because the technology is very well known and commercial testing equipment using it is available.

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-87: Tests – UV-C exposure of materials and components to simulate ultraviolet germicidal irradiation or other applications

1 Scope

This part of IEC 60068 describes exposures of materials and components to UV-C radiation during ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) treatments or other processes that require UV-C exposure and test procedures to simulate those environments. Severities representing various frequencies and intensities of UV-C exposures are described. Test conditions are described and limited to devices that utilize low pressure mercury lamps which emit most of their radiation at a single spectral line at 254 nm.

NOTE A more precise characterization of the wavelength of the spectral line is 253,7 nm. The ability for a laboratory to determine the wavelength to this resolution is rare. Therefore, this spectral line is often quantified to the resolution of 1 nm.

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.

ISO 4892-1, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance*

ISO 9370:2017, *Plastics – Instrumental determination of radiant exposure in weathering tests – General guidance and basic test method*

ASTM G130, *Standard Test Method for Calibration of Narrow and Broad-Band Ultraviolet Radiometers Using a Spectroradiometer*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

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

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

3.1

low pressure mercury lamp

discharge lamp of the mercury vapour type, with or without a coating of phosphors, in which during operation, the partial pressure of the vapour does not exceed 100 Pa

Note 1 to entry: For the purposes of this document, low pressure mercury lamps do not contain any phosphors.

3.2

UV-C

ultraviolet C

electromagnetic radiation in the wavelength range of 100 nm to 280 nm, which is completely filtered by the atmosphere before reaching Earth's surface

4 Background

4.1 Overview

Ultraviolet C radiation is effective in deactivating, or killing, pathogens in air and water or on surfaces. Germicidal effectiveness curves are published which show peak effectiveness at 265 nm. Low pressure mercury lamps, without a coating of phosphors, emit most of their irradiance at a single wavelength of 254 nm. The proximity of this spectral line to the peak of the germicidal effectiveness curve has resulted in wide deployment of this lamp type in commercial ultraviolet germicidal irradiance (UVGI) systems. During UVGI exposures, irradiance in the UV-C region can degrade non-metallic materials including paints, plastics, and textiles.

4.2 Exposures to UV-C irradiation

Literature describes UV-C dose levels required to deactivate specific pathogens. In addition, different levels of disinfection are defined for various applications, with the highest levels called sterilization. Defining the service environment of materials exposed to repeated UVGI exposures requires knowledge of the target disinfection level, UV-C dose required to deactivate the target pathogen(s) and expected frequency of UVGI exposures. In addition, in some situations, UV-C exposures are continuous or nearly so, which results in significantly higher UV-C dose levels. Table 1 represents four UV-C radiant dose levels for different UVGI requirements and the total annual dose level experienced by a material or component for weekly, daily, or eight UVGI cycles per day. In addition, a fixed dose is included as specified by IEC 60335-1:2020, Annex T.

Table 1 – Radiant dosages received by materials in one year of UVGI cycles

Target UV-C dose (per UVGI cycle)	Application	Frequency of UV-C exposures and resulting annual radiant doses (J/cm ²)		
		Weekly	Daily	8 × per day
20 mJ/cm ²	Materials exposed to UVGI in non-medical settings	1,0	7,3	58,4
80 mJ/cm ²	Materials exposed to UVGI in medical settings	4,2	29,2	234
250 mJ/cm ²	Materials exposed to whole room UVGI systems, average	13	91	730
1 J/cm ²	Disinfection of medical devices and personal protective equipment (PPE) by UVGI; materials exposed to whole room UVGI, typical maximum	52	365	2 920
3,6 kJ/cm ²	Safety of electrical insulation in UVC devices or frequently exposed to UVC, IEC 60335-1:2020, Annex T	Dose fixed 3 600		

4.3 Temperature

UVGI exposures occur mostly in indoor environments where the temperature is controlled. In other instances, exposures can occur outdoors or inside of vehicles where temperatures can be elevated. Specimen tests should consider the service environment where UV-C exposures occur.

4.4 Humidity

Relative humidity is not typically factored into UVGI exposures. Theoretically, very high relative humidity can attenuate the amount of UV-C radiation reaching a surface, due to the absorption of photons by water vapour. For specimen testing, humidity should not be added by the test chamber.

5 Test chamber for performing UV-C exposures

5.1 General

Test chambers shall be constructed of materials capable of withstanding the exposure conditions. Chambers that conform to ISO 4892-3 requirements are suitable, provided they are equipped with the proper lamp as described in 5.2. Moisture functions described in ISO 4892-3 are not necessary to perform tests described in this document. Other chamber designs are possible provided they meet the specific requirements.

For safety reasons, the chamber shall be designed so that operators are shielded from UV-C irradiance during testing and maintenance.

NOTE Some commercially available test apparatus designed for ISO 4892-3 have been adapted to perform UV-C exposures of materials.

WARNING UV-C irradiance causes inflammation of the eyes and sunburn of skin. See CIE Technical Report 187 for information on health and safety concerns related to exposure to UV-C lamps.

5.2 Source of UV-C

The light source shall be one or more low pressure mercury lamps without a phosphor coating, designed so that ozone is not produced. Approximately 90 % of the irradiance of this lamp type is concentrated in a single spectral line at 254 nm.

NOTE Ozone is produced when UV-C wavelengths dissociate oxygen molecules, some of which recombine into ozone. Longer wavelength UV-C (250 nm to 280 nm) essentially reverses this process. Low pressure mercury lamps can produce, in addition to the 254 nm spectral line, a spectral line in the UV-C band at 185 nm, which produces ozone molecules faster than they are consumed by the 254 nm line. However, the 185 nm line is blocked by certain glass types so that there is no net ozone produced by the lamp.

5.3 Irradiance monitoring and control

5.3.1 General

Irradiance at wavelength 254 nm shall be measured and should preferably be controlled during the exposure. At a minimum, irradiance shall be measured and adjusted before the exposure, after approximately half of the intended exposure duration, and at the conclusion of the exposure, or as described in the relevant specification. Continuous irradiance control as described in ISO 4892-1 and ISO 4892-3 is preferred.

5.3.2 Common sources of UV-C measurement error

5.3.2.1 General

Two common sources of UV irradiance measurement error are spectral mismatch between the light source used during calibration and that being measured, and deviation from true cosine response.

NOTE In a study of commercially available UV-C radiometers conducted by the National Institute of Standards and Technology (NIST), several devices demonstrated significantly lower readings than the reference measurements. One device measured approximately one-third of the actual value. The report concludes that poor cosine response was the primary reason for the errors. However, spectral mismatch between the detector sensitivity and calibration source versus the measured source has been shown to be a common problem.

5.3.2.2 Spectral mismatch errors

Spectral mismatch issues are discussed in CIE 220 and ASTM G130. UV-C radiometers used to measure irradiance shall be calibrated to measure the 254 nm spectral line emitted by low pressure mercury lamps in accordance with ASTM G130 or an equivalent procedure.

5.3.2.3 Deviation from true cosine response

Errors caused by deviation from true cosine responses can be very significant when the distance between the specimen plane and lamp is smaller than the length of the light source. Irradiance sensors shall comply with the requirements for cosine response in ISO 9370:2017, Table 2.

NOTE In the case of many chambers designed for ISO 4892-3, the distance between the specimen plane and lamps is typically less than 10 % of the lamp length.

5.4 Temperature

Temperature shall be measured and controlled in accordance with ISO 4892-1 by a black panel thermometer. Alternative means of temperature control, such as an insulated black panel or black standard thermometer may be used when specified by the relevant specification.

NOTE Black panel thermometers as described in ISO 4892-1 are not insulated, while black standard thermometers are. Black standard thermometers have a very specific construction and are not typically used in chambers designed for ISO 4892-3 tests. By adding insulation to a black panel thermometer, the resulting measurement is very similar to a black standard thermometer, however.

6 Test procedures

6.1 General

Specimens are exposed to a UV-C radiant dose equal to that expected during the service life of a component or material, or a significant portion of the service life. After exposure, and, when specified, at intermediate intervals during the test, specimens are evaluated to determine their change in relevant properties (Clause 7).

6.2 Test conditions

6.2.1 General

Table 2 describes test conditions representing a range of exposure severities. Each test duration represents the nominal UV-C dose during one year of service life, with a minimum total dose.

The maximum allowable operational fluctuations, which are defined as the positive and negative deviations from the setting of the sensor at the operational control set point during equilibrium conditions, shall be for black panel temperature ± 2 °C and irradiance $\pm 0,1$ mW/cm².

6.2.2 Irradiance

6.2.2.1 General

Irradiance levels in Table 2 are intended to provide a balance between achieving realistic simulation of operating conditions and minimizing test durations for the most demanding applications. Any deviations from the specified conditions shall be indicated in the test report.

6.2.2.2 Testing at higher irradiance levels to shorten the test period

Reciprocity law shall not be assumed when performing tests to this document. Testing at higher irradiance levels to achieve the required dose in less time may be conducted if the material being tested has shown that it performs very similarly at both irradiance levels through a reciprocity study.

NOTE Reciprocity law, also known as the Bunsen-Roscoe law, states that a given radiant dose can be delivered at different rates and achieve the same level of material degradation. However, this law generally holds only over a limited range of exposure durations and can break down due to several reasons. See IEC 60050-845:2020, 845-26-081.

6.2.2.3 Testing at lower irradiance levels for a longer duration

Testing at lower irradiance levels for a longer time period to achieve the required dose is acceptable.

NOTE The risk of a breakdown in reciprocity law is acceptable in the case of testing at a lower irradiance level than listed in Table 2 because such a breakdown is most likely to result in more material degradation than from the shorter exposure at higher irradiance.

6.2.2.4 Cycling with periods of darkness

Use of cycles which alternate periods of darkness may be used, as long as the time of darkness is added to the total duration.

NOTE Alternating periods of darkness can produce a different result than continuous exposure. Some materials can experience a relaxation effect when no longer exposed to irradiance.

6.2.3 Temperature

Except as noted, two temperature settings are given for each severity in Table 2: 35 °C and 60 °C. Testing at 35 °C is preferred due to conditions during most UVGI cycles, unless the service environment is known to experience elevated temperatures.

6.3 Test severities

Table 2 lists test severities and example applications. It is possible that test severity numbering will not completely align with results when tests are performed at different temperatures.

NOTE For some temperature sensitive materials, it is possible that the hotter test in a test severity designated with "a" will produce more degradation than a higher numbered severity without the "a" designation, which runs at a lower temperature.

Table 2 – Test severities and example applications

Test severity	Irradiance at 254 nm mW/(cm ² nm)	Black panel temperature °C	Test duration h	Resulting UV-C dose J/cm ²	Example applications
1	1,0	35	16	57,6	Annual exposure by hand-held device in non-medical personal care setting, where multiple UVGI cycles are performed per day
1a		60			
2	1,0	35	72	259	Annual exposure to UVGI in a medical setting where multiple UVGI cycles are performed per day
2a		60			
3	1,0	35	144	518	Devices exposed to whole room UVGI systems at least daily, average irradiance
3a		60			
4	3,0	35	100	1 080	Medical devices disinfected by UVGI at least daily
4a		60			
5	3,0	35	200	2 160	

Test severity	Irradiance at 254 nm mW/(cm ² nm)	Black panel temperature °C	Test duration h	Resulting UV-C dose J/cm ²	Example applications
5a		60			Durable items exposed to whole room UVGI systems at least daily for multiple years
6	1,0	63	1 000	3 600	Safety of electrical insulation exposed to UVC, IEC 60335-1:2020, Annex T
7	6,0	35	240	5 184	Durable items exposed to whole room UVGI cycles for multiple years, typical maximum irradiance
7a		60			
8	6,0	35	1 000	21 600	Materials used within a UVGI device or other extreme applications
8a		60			
NOTE Severities 1, 2, and 3 test conditions correspond to Cycle 5 of ASTM G224. Severity 6 conditions correspond to Cycle 4 of ASTM G224. Severity 7 and 8 correspond to Cycle 1 of ASTM G224.					

7 Evaluation criteria

The relevant specification shall set out the required evaluation and inspection procedure to be utilized, including initial, intermediate, and post-exposure evaluations. Some common properties for evaluation include colour change, gloss change, contact angle, light transmittance, and physical changes such as impact or flexural strength.

Standard methods for post-exposure evaluation of plastics (ISO technical committee 61) or coatings (ISO technical committee 35) or both are listed below. See the bibliography for complete document titles.

- ISO 178 (flexural properties);
- ISO 179-1 and ISO 179-2 (impact);
- ISO 2813 (gloss – instrumental);
- ISO 3668 (colour – visual);
- ISO 4628-4 (cracking);
- ISO 4628-5 (flaking);
- ISO 4628-6 (chalking – tape);
- ISO 4628-7 (chalking – velvet);
- ISO 11664-4 (colour – instrumental);
- ISO 13468-1 and ISO 13468-2 (transmittance of transparent materials);
- ISO 14782 (haze);
- ISO 26723 (transmittance and reflectance).

For textiles, suitable methods can be found in ISO 105-A02 (colour – grey scale), ISO 105-A05 (colour – instrumental), and other standards published by ISO technical committee 38.

8 Information to be specified in the relevant specification and given in the test report

8.1 Information to be specified in the relevant specification

The relevant specification shall contain the following details, if applicable:

- a) test method or severity number, if applicable;
- b) required values (temperature, irradiance, etc.);
- c) test duration;
- d) failure criteria.

8.2 Additional general information to be given in the test report

When this test is included in the relevant specification, the following details shall be given in the test report, if applicable:

- a) test standard (IEC 60068-2-87);
- b) test laboratory (name and address and details of accreditation, if any);
- c) test dates (dates when test was started and completed);
- d) customer (name and address);
- e) test specimen(s) description;
- f) test apparatus (manufacturer, model number, unique identifier, etc);
- g) calibration data (instrument type and model, last and next due date);
- h) summary of test;
- i) initial, intermediate, and final measurements.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-87:2024

Bibliography

IEC 60050-845:2020, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 845: Lighting*, available at <https://www.electropedia.org/>

IEC 60335-1:2020, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

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

ISO 105-A02, *Textiles – Tests for colour fastness – Part A02: Grey scale for assessing change in colour*

ISO 105-A05, *Textiles – Tests for colour fastness – Part A05: Instrumental assessment of change in colour for determination of grey scale rating*

ISO 4892-3, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 3: Fluorescent UV lamps*

ISO 178, *Plastics – Determination of flexural properties*

ISO 179-1, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 1: Non-instrumented impact test*

ISO 179-2, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 2: Instrumented impact test*

ISO 2813, *Paints and varnishes – Determination of gloss value at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees*

ISO 3668, *Paints and varnishes – Visual comparison of colour of paints*

ISO 4628-4, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Part 4: Assessment of degree of cracking*

ISO 4628-5, *Paints and varnishes – Evaluation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Part 5: Assessment of degree of flaking*

ISO 4628-6, *Paints and varnishes – Evaluation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Part 6: Assessment of degree of chalking by tape method*

ISO 4628-7, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Part 7: Assessment of degree of chalking by velvet method*

ISO 4892-3, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 3: Fluorescent UV lamps*

ISO 11664-4, *Colorimetry – Part 4: CIE 1976 L*a*b* Colour space*

ISO 13468-1, *Plastics – Determination of the total luminous transmittance of transparent materials – Part 1: Single-beam instrument*

ISO 13468-2, *Plastics – Determination of the total luminous transmittance of transparent materials – Part 2: Double-beam instrument*

ISO 14782, *Plastics – Determination of haze for transparent materials*

ISO 26723, *Plastics – Determination of total luminous transmittance and reflectance*

ASTM G224, *Standard Practice for Operating UVC Lamp Apparatus for Exposure of Materials*

BIFMA HCF 8.1:2019, *Health Care Furniture Design Guidelines for Cleanability*. Business + Institutional Furniture Manufacturers Association. (2019). Grand Rapids, MI, USA

CIE Technical Report 187:2010, *UV-C Photocarcinogenesis Risks from Germicidal Lamps*

CIE 220, *Characterization and calibration methods of UV radiometers*

KOWALSKI, W. *Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook*. Springer Berlin, Heidelberg. 2009

LINDBLAD, M., TANO, E., LINDAHL, C., & HUSS, F. *Ultraviolet-C decontamination of a hospital room: Amount of UV light needed*. Burns.2020;46, 842-849

MILLER, C. Cameron. *UVC Measurement Methods & UVC Documentary Standard Development*, NIST, Sensor Science Division [viewed 2024-01-08] Available at https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-02/ssl-rd22_miller_guv.pdf

MILLS, D., HARNISH, D. A., LAWRENCE, C., SANDOVAL-POWERS, M., & HEIMBUCH, B. K. *Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95*. American Journal of Infection Control. 2018, 46(7), e49-e55

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-87:2024

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-87:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION.....	19
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	20
3 Termes et définitions	20
4 Contexte	21
4.1 Vue d'ensemble	21
4.2 Expositions aux rayonnements UV-C	21
4.3 Température	22
4.4 Humidité	22
5 Chambre d'essai pour la réalisation des expositions aux UV-C	22
5.1 Généralités	22
5.2 Source d'UV-C	23
5.3 Surveillance et contrôle de l'éclairement énergétique	23
5.3.1 Généralités	23
5.3.2 Sources courantes d'erreur de mesure des UV-C	23
5.4 Température	24
6 Procédures d'essai	24
6.1 Généralités	24
6.2 Conditions d'essai	24
6.2.1 Généralités	24
6.2.2 Éclairement énergétique	24
6.2.3 Température	25
6.3 Sévérités d'essai	25
7 Critères d'évaluation	26
8 Renseignements à spécifier dans la spécification pertinente et à fournir dans le rapport d'essai	27
8.1 Renseignements à spécifier dans la spécification pertinente	27
8.2 Renseignements généraux supplémentaires à fournir dans le rapport d'essai	27
Bibliographie.....	28
Tableau 1 – Doses de rayonnement reçues par les matériaux sur une année de cycles UVGI	22
Tableau 2 – Sévérités d'essai et exemples d'applications	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

**Partie 2-87: Essais – Exposition des matériaux et composants
aux UV-C pour simuler l'irradiation germicide aux ultraviolets
ou d'autres applications**

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 60068-2-87 a été établie par le comité d'études 104 de l'IEC: Conditions, classification et essais d'environnement. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
104/1067/FDIS	104/1073/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.

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60068, publiées sous le titre général *Essais d'environnement*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-87:2024

INTRODUCTION

Les rayonnements UV-C (avec des longueurs d'onde de 100 nm à 280 nm) émis par le soleil sont connus pour détruire l'ADN et l'ARN des cellules vivantes, mais ceux-ci sont entièrement filtrés par l'atmosphère, de sorte qu'aucun n'atteint la surface de la Terre. En raison de leurs effets sur les cellules, les sources de lumière artificielle qui émettent des rayonnements UV-C sont utilisées pour tuer ou désactiver les agents pathogènes présents dans l'air, dans l'eau et sur les surfaces matérielles, un processus connu sous le nom d'irradiation germicide aux ultraviolets (UVGI, *Ultra-Violet Germicidal Irradiation*). Même si les systèmes UVGI destinés à la désinfection de l'eau sont utilisés depuis des décennies, l'utilisation de cette technologie sur les surfaces et dans l'air s'est généralisée plus récemment et s'est accrue en réponse à la pandémie de COVID-19.

Les rayonnements UV-C sont potentiellement nocifs pour les polymères, les textiles et d'autres matériaux. Par conséquent, les traitements UVGI peuvent dégrader les propriétés des matériaux, en particulier lorsqu'ils sont effectués fréquemment.

La procédure d'essai décrite dans le présent document est prévue comme une méthode normalisée d'évaluation des effets de l'UVGI sur des échantillons de matériaux ou de composants, des sous-systèmes ou des systèmes complets de matériels électriques.

Les sévérités sont énumérées de la plus faible à la plus forte dose de rayonnement UV-C attendue. Un environnement de faible sévérité représente des matériaux exposés peu fréquemment aux traitements UVGI. Les environnements de sévérité plus élevée représentent des matériaux exposés plus fréquemment, y compris les matériaux utilisés dans les composants d'un système UVGI.

La majorité des systèmes UVGI actuellement utilisés repose sur des lampes au mercure à basse pression, qui émettent la majeure partie de leur rayonnement à une longueur d'onde unique de 254 nm. Ce type de lampe est disponible pour plusieurs niveaux de puissance et dans de nombreuses configurations physiques, mais la puissance spectrale est la même quels que soient ces facteurs. D'autres sources lumineuses sont utilisées dans certains systèmes UVGI, notamment des lampes excimères avec un rayonnement à 222 nm et des LED avec un rayonnement à 265 nm.

Le présent document se limite aux applications qui utilisent des lampes au mercure à basse pression, car cette technologie est très bien connue et des équipements d'essais commerciaux qui l'utilisent sont disponibles.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-87: Essais – Exposition des matériaux et composants aux UV-C pour simuler l'irradiation germicide aux ultraviolets ou d'autres applications

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60068 décrit les expositions de matériaux et composants aux rayonnements UV-C lors de traitements par irradiation germicide aux ultraviolets (UVGI) ou d'autres processus qui exigent une exposition aux UV-C, ainsi que les procédures d'essai pour simuler ces environnements. Les sévérités qui représentent différentes fréquences et intensités d'exposition aux UV-C sont décrites. Les conditions d'essai sont décrites et limitées aux dispositifs qui utilisent des lampes au mercure à basse pression qui émettent la majeure partie de leur rayonnement sur une raie spectrale unique à 254 nm.

NOTE 253,7 nm est une caractérisation plus précise de la longueur d'onde de la raie spectrale. Il est rare qu'un laboratoire soit en capacité de déterminer la longueur d'onde avec une telle résolution. Par conséquent, cette raie spectrale est souvent quantifiée avec une résolution de 1 nm.

2 Références normatives

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

ISO 4892-1, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 1: Lignes directrices générales*

ISO 9370:2017, *Plastiques – Détermination au moyen d'instruments de l'exposition énergétique lors d'essais d'exposition aux intempéries – Lignes directrices générales et méthode d'essai fondamentale*

ASTM G130, *Standard Test Method for Calibration of Narrow and Broad-Band Ultraviolet Radiometers Using a Spectroradiometer* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

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

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

3.1

lampe au mercure à basse pression

lampe à décharge du type à vapeur de mercure, avec ou sans revêtement de substances électroluminescentes, dans laquelle la pression partielle de la vapeur ne dépasse pas 100 Pa lors du fonctionnement

Note 1 à l'article: Pour les besoins du présent document, les lampes au mercure à basse pression ne contiennent pas de substances électroluminescentes.

3.2

UV-C

ultraviolet C

rayonnement électromagnétique dans la plage de longueurs d'onde de 100 nm à 280 nm, qui est entièrement filtré par l'atmosphère avant d'atteindre la surface de la Terre

4 Contexte

4.1 Vue d'ensemble

Les rayonnements ultraviolets C sont efficaces pour désactiver, voire tuer, les agents pathogènes présents dans l'air et dans l'eau ou sur les surfaces. Les courbes d'efficacité germicide publiées montrent une efficacité maximale à 265 nm. Les lampes au mercure à basse pression, sans revêtement de substances électroluminescentes, émettent la majeure partie de leur éclairage énergétique à une longueur d'onde unique de 254 nm. La proximité de cette raie spectrale avec la crête de la courbe d'efficacité germicide a donné lieu au large déploiement de ce type de lampe dans les systèmes commerciaux d'irradiation germicide aux ultraviolets (UVGI). Lors des expositions à l'UVGI, l'éclairage énergétique dans la région des UV-C peut dégrader les matériaux non métalliques, y compris les peintures, les plastiques et les textiles.

4.2 Expositions aux rayonnements UV-C

La documentation décrit les niveaux de dose d'UV-C exigés pour désactiver des agents pathogènes spécifiques. En outre, différents niveaux de désinfection sont définis pour différentes applications, les niveaux les plus élevés correspondant à la stérilisation. La définition de l'environnement de service des matériaux soumis à des expositions répétées à l'UVGI exige de connaître le niveau de désinfection cible, la dose d'UV-C nécessaire pour désactiver le ou les agents pathogènes cibles et la fréquence prévue des expositions à l'UVGI. De plus, dans certaines situations, les expositions aux UV-C sont continues ou pratiquement continues, ce qui se traduit par des niveaux de dose d'UV-C nettement plus élevés. Le Tableau 1 décrit quatre niveaux de dose de rayonnement UV-C pour différentes exigences d'UVGI ainsi que le niveau de dose annuel total reçu par un matériau ou composant pour des cycles UVGI hebdomadaires, quotidiens ou pour huit cycles par jour. Une dose fixe est également incluse, comme cela est spécifié dans l'IEC 60335-1:2020, Annexe T.

Tableau 1 – Doses de rayonnement reçues par les matériaux sur une année de cycles UVGI

Dose cible d'UV-C (par cycle UVGI)	Application	Fréquence des expositions aux UV-C et doses annuelles résultantes de rayonnement (J/cm ²)		
		Hebdo- madaire	Quoti- dienne	8 × par jour
20 mJ/cm ²	Matériaux exposés à l'UVGI dans un cadre non médical	1,0	7,3	58,4
80 mJ/cm ²	Matériaux exposés à l'UVGI dans un cadre médical	4,2	29,2	234
250 mJ/cm ²	Matériaux exposés à des systèmes UVGI pour une pièce entière, valeur moyenne	13	91	730
1 J/cm ²	Désinfection des dispositifs médicaux et des équipements de protection individuelle (EPI) par UVGI; matériaux exposés à l'UVGI pour une pièce entière, valeur maximal type	52	365	2 920
3,6 kJ/cm ²	Sécurité de l'isolation électrique des dispositifs UVC ou fréquemment exposés aux UVC, IEC 60335-1:2020, Annexe T	Dose fixe 3 600		

4.3 Température

Les expositions à l'UVGI se produisent principalement dans des environnements intérieurs où la température est contrôlée. Dans d'autres cas, les expositions peuvent se produire à l'extérieur ou à l'intérieur de véhicules dans lesquels les températures peuvent être élevées. Il convient que les essais avec des spécimens tiennent compte de l'environnement de service dans lequel les expositions aux UV-C se produisent.

4.4 Humidité

L'humidité relative n'est généralement pas prise en compte dans les expositions à l'UVGI. En théorie, une humidité relative très élevée peut atténuer la quantité de rayonnements UV-C qui atteint une surface, en raison de l'absorption des photons par la vapeur d'eau. Pour les essais avec des spécimens, il convient que la chambre d'essai n'ajoute pas d'humidité.

5 Chambre d'essai pour la réalisation des expositions aux UV-C

5.1 Généralités

Les chambres d'essai doivent être construites en matériaux capables de résister aux conditions d'exposition. Les chambres conformes aux exigences de l'ISO 4892-3 sont appropriées, à condition d'être équipées de la lampe correspondante décrite en 5.2. Les fonctions d'humidité décrites dans l'ISO 4892-3 ne sont pas nécessaires pour effectuer les essais décrits dans le présent document. D'autres conceptions de chambres sont possibles à condition qu'elles répondent aux exigences spécifiques.

Pour des raisons de sécurité, la chambre doit être conçue de sorte que les opérateurs soient protégés de l'éclairement énergétique UV-C lors des essais et de la maintenance.

NOTE Certains appareillages d'essai disponibles dans le commerce conçus pour l'ISO 4892-3 ont été adaptés pour réaliser des expositions de matériaux aux UV-C.

AVERTISSEMENT L'éclairement énergétique UV-C provoque une inflammation des yeux et des coups de soleil sur la peau. Voir le rapport technique 187 de la CIE pour obtenir des informations sur les problèmes de santé et de sécurité liés à l'exposition aux lampes UV-C.

5.2 Source d'UV-C

La source lumineuse doit être constituée d'une ou de plusieurs lampes au mercure à basse pression sans revêtement de substances électroluminescentes, conçues de manière à ne pas produire d'ozone. Environ 90 % de l'éclairement énergétique de ce type de lampe est concentré dans une raie spectrale unique à 254 nm.

NOTE De l'ozone est produit lorsque les longueurs d'onde UV-C dissocient les molécules d'oxygène, dont certaines se recombinent en ozone. Les UV-C de plus grande longueur d'onde (250 nm à 280 nm) inversent essentiellement ce processus. Les lampes au mercure à basse pression peuvent produire, en plus de la raie spectrale à 254 nm, une raie spectrale dans la bande UV-C à 185 nm, qui produit des molécules d'ozone plus rapidement qu'elles ne sont consommées par la raie à 254 nm. Cependant, la raie à 185 nm est bloquée par certains types de verre, de sorte que la lampe ne produit pas d'ozone net.

5.3 Surveillance et contrôle de l'éclairement énergétique

5.3.1 Généralités

L'éclairement énergétique à la longueur d'onde de 254 nm doit être mesuré et il convient, de préférence, de le contrôler pendant l'exposition. Au minimum, l'éclairement énergétique doit être mesuré et réglé avant l'exposition, après environ la moitié de la durée d'exposition prévue, et au terme de l'exposition, ou comme cela est décrit dans la spécification pertinente. Un contrôle continu de l'éclairement énergétique, comme cela est décrit dans l'ISO 4892-1 et l'ISO 4892-3, est privilégié.

5.3.2 Sources courantes d'erreur de mesure des UV-C

5.3.2.1 Généralités

La désadaptation des réponses spectrales entre la source lumineuse utilisée lors de l'étalonnage et la source lumineuse mesurée et l'écart par rapport à la réponse en cosinus vraie sont deux sources courantes d'erreur de mesure de l'éclairement énergétique UV.

NOTE Dans le cadre d'une étude de radiomètres UV-C disponibles dans le commerce menée par le National Institute of Standards and Technology (NIST), plusieurs dispositifs ont donné des résultats nettement inférieurs aux mesures de référence. Un dispositif a mesuré environ un tiers de la valeur réelle. Le rapport conclut qu'une faible réponse en cosinus est la principale raison des erreurs. Cependant, la désadaptation des réponses spectrales entre la sensibilité du détecteur et la source d'étalonnage par rapport à la source mesurée s'est révélé être un problème courant.

5.3.2.2 Erreurs de désadaptation des réponses spectrales

Les problèmes de désadaptation des réponses spectrales sont traités dans la CIE 220 et dans l'ASTM G130. Les radiomètres UV-C utilisés pour mesurer l'éclairement énergétique doivent être étalonnés pour mesurer la raie spectrale à 254 nm émise par les lampes au mercure à basse pression selon l'ASTM G130 ou une procédure équivalente.

5.3.2.3 Écart par rapport à la réponse en cosinus vraie

Les erreurs causées par l'écart par rapport aux réponses en cosinus vraies peuvent être très importantes lorsque la distance entre le plan du spécimen et la lampe est inférieure à la longueur de la source lumineuse. Les capteurs d'éclairement énergétique doivent être conformes aux exigences relatives à la réponse en cosinus données dans l'ISO 9370:2017, Tableau 2.

NOTE Dans le cas de nombreuses chambres conçues pour l'ISO 4892-3, la distance entre le plan du spécimen et les lampes est généralement inférieure à 10 % de la longueur de la lampe.

5.4 Température

La température doit être mesurée et contrôlée conformément à l'ISO 4892-1 à l'aide d'un thermomètre à panneau noir. D'autres moyens de contrôle de la température, comme un panneau noir isolé ou un thermomètre à étalon noir, peuvent être utilisés lorsque cela est indiqué dans la spécification pertinente.

NOTE Les thermomètres à panneau noir décrits dans l'ISO 4892-1 ne sont pas isolés, tandis que les thermomètres à étalon noir le sont. Les thermomètres à étalon noir ont une construction bien spécifique et ne sont habituellement pas utilisés dans les chambres conçues pour les essais de l'ISO 4892-3. En ajoutant une isolation à un thermomètre à panneau noir, la mesure obtenue est toutefois très similaire à celle d'un thermomètre à étalon noir.

6 Procédures d'essai

6.1 Généralités

Les spécimens sont exposés à une dose de rayonnement UV-C égale à celle attendue pendant la durée de vie en service d'un composant ou d'un matériau, ou pendant une part importante de la durée de vie en service. Après l'exposition et, lorsque cela est spécifié, à des intervalles intermédiaires au cours de l'essai, les spécimens sont évalués pour déterminer l'évolution de leurs propriétés pertinentes (Article 7).

6.2 Conditions d'essai

6.2.1 Généralités

Le Tableau 2 décrit des conditions d'essai qui représentent une plage de sévérités d'exposition. Chaque durée d'essai représente la dose nominale d'UV-C sur une année de vie en service, avec une dose totale minimale.

Les fluctuations opérationnelles maximales admissibles, qui sont définies comme les écarts positifs et négatifs par rapport au réglage du capteur au point de contrôle opérationnel dans les conditions d'équilibre, doivent être de $\pm 2^\circ\text{C}$ pour la température du panneau noir et de $\pm 0,1 \text{ mW/cm}^2$ pour l'éclairement énergétique.

6.2.2 Éclairement énergétique

6.2.2.1 Généralités

Les niveaux d'éclairement énergétique indiqués dans le Tableau 2 visent à concilier le fait d'obtenir d'une simulation réaliste des conditions de fonctionnement avec le fait de réduire le plus possible les durées d'essai pour les applications les plus exigeantes. Tout écart par rapport aux conditions spécifiées doit être indiqué dans le rapport d'essai.

6.2.2.2 Essais à des niveaux d'éclairement énergétique plus élevés pour raccourcir la période d'essai

La loi de la réciprocité ne doit pas être admise par hypothèse lors de la réalisation d'essais selon le présent document. Des essais à des niveaux d'éclairement énergétique plus élevés pour atteindre la dose exigée en moins de temps peuvent être effectués si une étude de réciprocité montre que le matériau soumis à l'essai se comporte de façon très similaire aux deux niveaux d'éclairement énergétique.

NOTE La loi de la réciprocité, également connue sous le nom de loi de Bunsen-Roscoe, stipule qu'une dose de rayonnement donnée peut être émise à différents débits et atteindre le même niveau de dégradation des matériaux. Toutefois, cette loi ne s'applique généralement qu'à une plage limitée de durées d'exposition et peut être violée pour plusieurs raisons. Se référer à l'IEC 60050-845:2020, 845-26-081.

6.2.2.3 Essais à des niveaux d'éclairement énergétique plus faibles pendant une plus longue durée

Des essais à des niveaux d'éclairement énergétique plus faibles pendant une plus longue durée pour atteindre la dose exigée sont acceptables.

NOTE Le risque d'une violation de la loi de la réciprocité est acceptable dans le cas d'essais à un niveau d'éclairement énergétique plus faible que ceux répertoriés dans le Tableau 2, car une telle violation est plus susceptible d'entraîner une plus importante dégradation des matériaux que dans le cas d'une exposition plus courte à un éclairement énergétique plus élevé.

6.2.2.4 Cycles avec périodes d'obscurité

Des cycles qui alternent des périodes d'obscurité peuvent être utilisés, tant que la durée d'obscurité est ajoutée à la durée totale.

NOTE L'alternance de périodes d'obscurité peut produire un résultat différent de l'exposition continue. Certains matériaux peuvent subir un effet de relaxation lorsqu'ils ne sont plus exposés à l'éclairement énergétique.

6.2.3 Température

Sauf indication contraire, deux réglages de température sont donnés pour chaque sévérité dans le Tableau 2: 35 °C et 60 °C. Les essais à 35 °C sont privilégiés du fait des conditions présentes pendant la plupart des cycles UVGI, sauf si l'environnement de service est connu comme étant soumis à des températures élevées.

6.3 Sévérités d'essai

Le Tableau 2 énumère les sévérités d'essai et des exemples d'applications. Il est possible que la numérotation de la sévérité d'essai ne corresponde pas complètement aux résultats lorsque les essais sont effectués à des températures différentes.

NOTE Pour certains matériaux sensibles à la température, il est possible que l'essai le plus chaud d'une sévérité d'essai désignée par "a" produise une dégradation plus importante qu'une sévérité de numéro supérieur sans la désignation "a", qui s'applique à une température plus basse.

Tableau 2 – Sévérités d'essai et exemples d'applications

Sévérité d'essai	Éclairement énergétique à 254 nm mW/(cm ² nm)	Température du panneau noir °C	Durée d'essai h	Dose résultante d'UV-C J/cm ²	Exemple d'applications
1	1,0	35	16	57,6	Exposition annuelle au moyen d'un dispositif portatif dans le cadre de soins personnels non médicaux, où plusieurs cycles UVGI sont effectués par jour
1a		60			
2	1,0	35	72	259	Exposition annuelle à l'UVGI dans un cadre médical où plusieurs cycles UVGI sont effectués par jour
2a		60			
3	1,0	35	144	518	Dispositifs exposés à des systèmes UVGI pour une pièce entière au moins quotidiennement, éclairement énergétique moyen
3a		60			
4	3,0	35	100	1 080	Dispositifs médicaux désinfectés par UVGI au moins quotidiennement
4a		60			
5	3,0	35	200	2 160	Articles durables exposés à des systèmes UVGI pour une pièce entière au moins quotidiennement pendant plusieurs années
5a		60			