

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Environmental testing –

Part 2-5: Tests – Test Sa: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing

Essais d'environnement –

Partie 2-5: Essais – Essai Sa: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et guide pour les essais de rayonnement solaire



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60068-2-5

Edition 2.0 2010-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Environmental testing –

**Part 2-5: Tests – Test Sa: Simulated solar radiation at ground level and guidance
for solar radiation testing**

Essais d'environnement –

**Partie 2-5: Essais – Essai Sa: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et
guide pour les essais de rayonnement solaire**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 19.040

ISBN 978-2-88910-035-4

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope and object.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions	6
4 General	7
4.1 Irradiance	7
4.2 Spectral distribution	7
5 Conditioning	8
5.1 General	8
5.2 Temperature.....	8
5.3 Humidity	9
5.4 Ozone and other contaminating gases	9
5.5 Surface contamination	9
5.6 Mounting of specimen.....	9
5.7 Test facility	9
5.8 Test apparatus	9
6 Initial measurement	10
7 Testing	10
7.1 General	10
7.2 Procedure A – 24 h cycle, 8 h irradiation and 16 h darkness, repeated as required.....	10
7.3 Procedure B – 24 h cycle, 20 h irradiation and 4 h darkness, repeated as required.....	10
7.4 Procedure C – Continuous irradiation as required.....	11
8 Final measurements	12
9 Information to be given in the relevant specification.....	12
10 Information to be given in the test report	13
Annex A (informative) Interpretation of results	14
Annex B (informative) Radiation source	16
Annex C (informative) Instrumentation.....	17
Bibliography	19
Figure 1 – Global solar spectral irradiance at the earth’s surface for relative air mass 1.....	8
Figure 2 – Test procedures A, B and C	11
Table 1 – Spectral energy distribution and permitted tolerances.....	8
Table C.1 – Detailed spectral distribution of global radiation for calculation purposes.....	18

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-5: Tests – Test Sa: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing

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 60068-2-5 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

This second edition cancels and replaces the first edition of IEC 60068-2-5, published in 1975, and IEC 60068-2-9, published in 1975, and constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the previous edition are listed below:

This second edition of IEC 60068-2-5 will make the reading much easier, partly because it includes guidance for solar radiation testing, previously published in a separate publication, IEC 60068-2-9, and partly because it now allows the use of all lamps specified in CIE 85 and published in 1985 by the International commission on Illumination.

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

FDIS	Report on voting
104/500/FDIS	104/515/RVD

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

This part of IEC 60068 describes methods of simulation designed to examine the effect of solar radiation on equipment and components at the surface of the earth. The main characteristics of the environment to be simulated are the spectral energy distribution of the sun, as observed at the earth's surface, and the intensity of received energy, in combination with controlled temperature conditions. However, it may be necessary to consider a combination of solar radiation with other environments, e.g. temperature, humidity, air velocity, etc.

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-5: Tests – Test Sa: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing

1 Scope and object

This part of IEC 60068 provides guidance for testing equipment or components under solar radiation conditions.

The purpose of testing is to investigate to what extent the equipment or components are affected by solar radiation.

The method of combined tests detects electrical, mechanical or other physical variations.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

CIE 85:1985, *Solar spectral irradiance*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60068-1, as well as the following, apply.

3.1

air mass

path length that light from a celestial object takes through the earth's atmosphere relative to the length at the zenith where air mass = 1 at the zenith

NOTE The air mass is $1/\sin(\gamma)$, where γ is the elevation angle of the sun.

3.2

black standard temperature

BST

characteristic value of the specimen surface temperature

NOTE Black standard temperature as measured by a black standard thermometer (see ISO 4892-1).

3.3

black panel temperature

characteristic value of the specimen surface temperature

NOTE Black panel temperature as measured by a black panel thermometer (see ISO 4892-1).

3.4

solar constant

rate at which solar energy, at all wavelengths, is received per unit area at the top level of earth's atmosphere

NOTE The value of the solar constant is $E_0 = 1\,367\text{ W/m}^2$.

3.5

optical depth

measure of how much light is absorbed in travelling through a medium

NOTE A completely transparent medium has an optical depth of zero.

4 General remarks

4.1 Overview

The effect of radiation on the specimen will depend on the level of irradiance, the spectral distribution, the location, the time of day and the sensitivity of the material of the specimen.

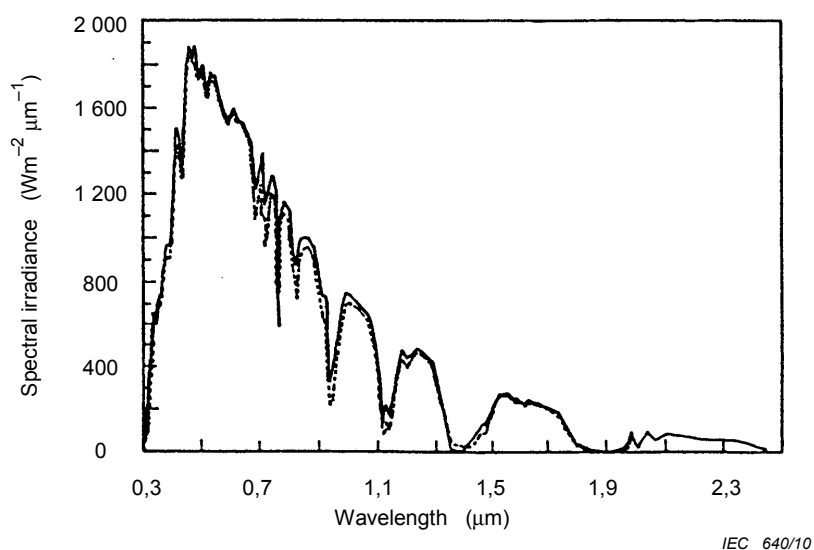
4.2 Irradiance

The irradiance by the sun on a plane perpendicular to the incident radiation outside the earth's atmosphere at the mean earth-sun distance is known as the solar constant E_0 .

The irradiance at the surface of the earth is influenced by the solar constant and the attenuation and scattering of radiation in the atmosphere. For test purposes, CIE 85 gives a value of $1\,120\text{ W/m}^2$ for the global radiation at the surface of the earth from sun at zenith; value based on a solar constant $E_0 = 1\,367\text{ W/m}^2$.

4.3 Spectral distribution

The standard spectral distribution of the global radiation specified for this test, in accordance with the recommendations of the CIE 85, is given in Figure 1 and in Table 1.



NOTE Optical depth of aerosol extinction 0,1 (solid line) and 0,27 (dashes), respectively.

Figure 1 – Global solar spectral irradiance at the earth's surface for relative air mass 1

Table 1 – Spectral energy distribution and permitted tolerances

Spectral region	Ultra-violet B*	Ultra-violet A	Visible	Infra-red	Total radiation
Bandwidth	300 nm to 320 nm	320 nm to 400 nm	400 nm to 800 nm	800 nm to 2 450 nm	300 nm to 2 450 nm
Irradiance	4,06 W/m ²	70,5 W/m ²	604,2 W/m ²	186 W/m ²	1 090 W/m ²
Proportion of total radiation	0,4 %	6,4 %	55,4 %	37,8 %	100 %
* Radiation shorter than 300 nm reaching the earth's surface is insignificant.					

If the source of radiation used for the test does not meet the standard spectral distribution given in Table 1, the exact spectral absorption data of the material and the exact spectral irradiance of the alternative radiation source in the range from 300 nm to about 3 000 nm and for the solid angle of 2π sr above the specimen surface shall be known or measured.

5 Conditioning

5.1 General

During the entire test, the irradiation, the temperature within the chamber, the humidity and any other specified environmental conditions shall be maintained at the levels appropriate to the particular test procedure specified in the relevant specification. The relevant specification shall state which preconditioning requirements are to be applied.

5.2 Temperature

The temperature within the chamber during irradiation and darkness periods shall be controlled in accordance with the procedure (A, B or C) specified. During irradiation, the temperature

within the chamber shall rise or fall by 1 K/min and be maintained at one of the preferred values given in IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2 or the relevant specification.

NOTE Additionally, a black standard thermometer can be used to control the maximum surface temperature. By ventilation, this temperature can be influenced.

5.3 Humidity

Different humidity conditions, particularly condensation, can markedly affect photochemical degradation of materials, paints, plastics, etc. If required, the values of IEC 60068-2-78 shall be preferred.

The relevant specification shall state the humidity and whether it is to be maintained during

- a) the irradiation periods only;
- b) the periods of darkness only;
- c) the whole test duration.

5.4 Ozone and other contaminating gases

Ozone, generated by short wavelength ultra-violet of test sources, will normally be excluded from the test chamber by the radiation filter(s) used to correct the spectral energy distribution. As ozone and other contaminating gases can significantly affect the degradation processes of certain materials, it is important to exclude these gases from the test chamber, unless otherwise required by the relevant specification.

5.5 Surface contamination

Dust and other surface contamination may significantly change the absorption characteristics of irradiated surfaces. Unless otherwise required, specimens should be tested in a clean condition. However, if effects of surface contamination are to be assessed, the relevant specification should include the necessary information on preparation of surfaces, etc.

5.6 Mounting of specimen

The specimen to be tested shall be placed either on raised support, on a turntable or a specified substrate of known thermal conductivity and thermal capacity within the chamber as stated in the relevant specification, and so spaced from other specimens as to avoid shielding from the source of radiation or re-radiated heat. Temperature sensors should be attached to specimen as required.

5.7 Test facility

It shall be ensured that the optical parts of the test facility, lamps, reflectors and filters, etc. are clean.

The level of irradiation over the specified measurement plane shall be measured immediately prior to each test.

Any ancillary environmental conditions, e.g. ambient temperature, humidity and other parameters if specified, should be monitored continuously throughout the test.

5.8 Test apparatus

The chamber in which the tests are to be carried out shall be provided with means for obtaining, over the prescribed irradiation measurement plane, an irradiance of $1\,120\text{ W/m}^2 \pm 10\%$ with the spectral distribution given in Table 1. The value of $1\,120\text{ W/m}^2$ shall include any radiation reflected from the test chamber and received by the specimen under test. It should not include long-wave infra-red radiation emitted by the test chamber.

Means shall also be provided whereby the specified conditions of temperature, air flow and humidity can be maintained within the chamber.

The temperature within the chamber shall be measured (with adequate shielding from radiated heat) at a point or points in a horizontal plane 0 mm to 50 mm below the prescribed irradiation measurement plane, at half the distance between the specimen under test and the wall of the chamber, or at 1 m from the specimen, whichever is the lesser.

6 Initial measurement

The specimen shall be submitted to the visual, dimensional and functional checks prescribed by the relevant specification.

7 Testing

7.1 General

During exposure, the temperature within the chamber shall rise or fall by 1 K/min and be maintained at one of the preferred values given in IEC 60068-2-1 or IEC 60068-2-2 or the relevant specification.

In procedure A, the temperature within the chamber shall start to rise 2 h before the irradiation period starts.

During the darkness period in procedures A and B, the temperature within the chamber shall fall approximately with 1 K/min and be maintained at +25 °C. If the required temperature is lower than 25 °C, the temperature shall be maintained at the required temperature.

The requirements for irradiation, temperature and time relationships are given in Figure 2. Throughout the specified test duration, the temperature within the chamber shall be maintained within ± 2 °C of that shown for the appropriate procedure.

The level of irradiance should be $1\,120\text{ W/m}^2 \pm 10\%$ or specified in the relevant specification. Acceleration of the test by increasing the irradiation above this level is not recommended. The total daily irradiation approximating the most severe natural conditions is simulated by procedure A with a duration of exposure to the standard irradiation conditions of 8 h per day. Thus, exposure for periods in excess of 8 h will effect acceleration over natural conditions. However, continuous exposure of 24 h per day, procedure C, might mask any degradation effects of cyclic thermal stressing, and this procedure is therefore not generally recommended in this instance.

The specimen shall be exposed, for the duration called for in the relevant specification, to one of the following test procedures (see Figure 2).

7.2 Procedure A – 24 h cycle, 8 h irradiation and 16 h darkness, repeated as required

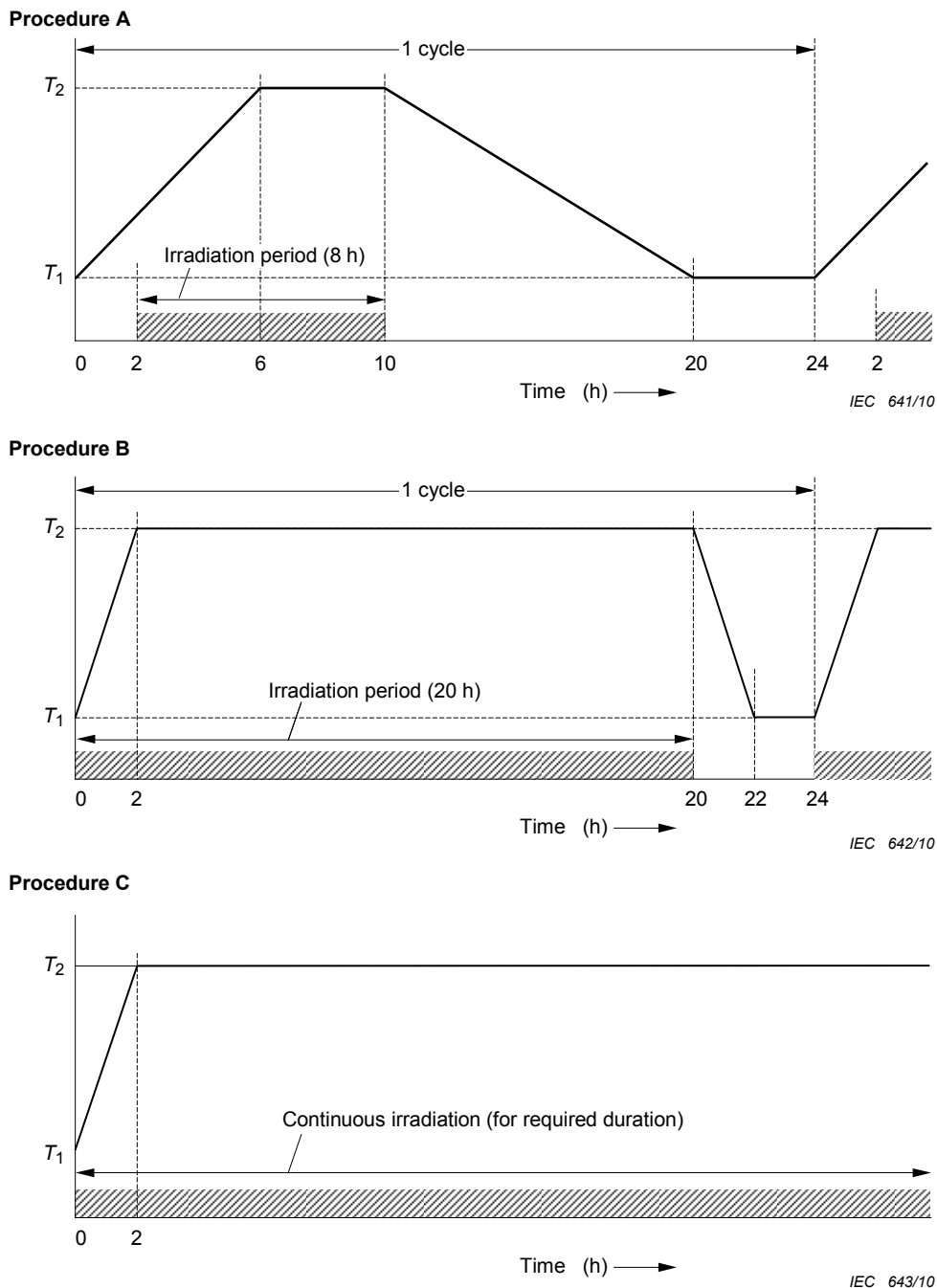
This gives a total irradiation of 8,96 kWh/m² per diurnal cycle, which approximates to the most severe natural conditions. Procedure A should be specified where the principal interest is in thermal effects.

7.3 Procedure B – 24 h cycle, 20 h irradiation and 4 h darkness, repeated as required

This gives a total irradiation of 22,4 kWh/m² per diurnal cycle and is applicable where the principal interest is in degradation effects.

7.4 Procedure C – Continuous irradiation as required

A simplified test, applicable where cyclic thermal stressing is unimportant and photochemical effects only are to be assessed. Also for the assessment of heating effects on specimens with low thermal capacity.



Key

T_1 lower temperature (25 °C if not otherwise specified)

T_2 upper temperature (40 °C if not otherwise specified)

Figure 2 – Test procedures A, B and C

8 Final measurements

The specimen shall be submitted to the visual, dimensional and functional checks prescribed by the relevant specification.

9 Information to be given in the relevant specification

The relevant specification shall contain the following details as far as they are applicable:

- a) exposure time to radiation;
- b) black standard temperature;
- c) power of radiation;
- d) duration of the test;
- e) state of operation;
- f) preconditioning;
- g) number of specimens;
- h) humidity if relevant;
- i) type and scope of initial measurement;
- j) test procedure;
- k) temperature during the test;
- l) period of operation;
- m) type and scope of intermediate measurement;
- n) recovery;
- o) type and scope of final measurement;
- p) criteria for evaluation;
- q) type and scope of test report;
- r) description of specimen support used for testing.

10 Information to be given in the test report

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

a) Test laboratory	(name and address and details of accreditation – if any)
b) Test dates	(dates when test was run)
c) Customer	(name and address)
d) Type of test	(procedure A, B, C)
e) Required values	(temperature, humidity, radiation, etc.)
f) Purpose of test	(development, qualification, etc.)
g) Test standard, edition	(IEC 60068-2-5, edition used)
h) Relevant laboratory test procedure	(code and issue)
i) Test specimen description	(drawing, photo, quantity build status, etc.)
j) Test chamber	(manufacturer, model number, unique id, etc.)
k) Performance of test apparatus	(set point temperature control, etc.)
l) Uncertainties of measurement system	(uncertainties data)
m) Calibration data	(last and next due date)
n) Initial, intermediate and final measurements	(Initial, intermediate and final measurements)
o) Required severities	(from relevant specification)
p) Test severities	(measuring points, data, etc.)
q) Performance of test specimens	(results of functional tests, etc.)
r) Observations during testing and actions taken	(any pertinent observations)
s) Summary of test	(test summary)
t) Distribution	(distribution list)

Annex A (informative)

Interpretation of results

A.1 Compliance with specification

The relevant specification should indicate the permitted changes in the external condition and/or performance of the specimen(s) under test after exposure to the required level of irradiation for specified durations. In addition to such requirements, the following aspects of interpretation may be considered.

A.2 Short-term effects

Primarily, heating effects are concerned. Short-term effects to be looked for will mainly be in the nature of local overheating.

A.3 Long-term effects

The purpose of carrying out long-term tests is to determine the pattern of deterioration with the two objectives of seeing whether there is an initial rapid change and of assessing the useful life of the item under test.

A.4 Thermal effects

The maximum surface and internal temperatures attained by a specimen or equipment will depend on

- a) temperature of ambient air,
- b) intensity of radiation,
- c) air velocity,
- d) duration of exposure,
- e) the thermal properties of the object itself, e.g. surface reflectance, sizes and shape, thermal conductance and specific heat.

Equipment can attain temperatures in excess of 80 °C if fully exposed to solar radiation in an ambient temperature as low as 35 °C to 40 °C. The surface reflectance of an object affects its temperature rise from solar heating to a major extent; changing the finish from, for example, a dark colour to a gloss white, will effect a considerable reduction in temperature. Conversely, a pristine finish designed to reduce temperature can be expected to deteriorate in time, resulting in an increase in temperature.

Most materials are selective reflectors, i.e. their spectral reflectance factor changes with wavelength. For instance, paints, in general, are poor infra-red reflectors although they may be very efficient in the visible region. Furthermore, the spectral reflectance factor of many materials change sharply once visible (producing a colour sensation to the human eye) and when in the near infra-red zone. It is important, therefore, that the spectral energy distribution of the radiation source(s) used in any simulated test should closely duplicate that of natural solar radiation, or that appropriate adjustment of the irradiance is made so that the same heating effect is obtained.

A.5 Degradation of materials

The combined effects of solar radiation, atmospheric gases, temperature and humidity changes, etc. are often collectively termed “weathering” and result in the “ageing” and ultimate destruction of most organic materials (e.g. plastics, rubbers, paints, timber, etc.).

Many materials which give satisfactory service in temperate regions have been found to be completely unsuitable for use under the more adverse conditions of the tropics. Typical defects are the rapid deterioration and breakdown of paints, the cracking and disintegration of cable sheathing and the fading of pigments.

The breakdown of a material under weathering usually results not from a single reaction, but from several individual reactions of different types occurring simultaneously, often with interacting effects. Although solar radiation, principally the ultra-violet – resulting in photo-degradation – is often the major factor, its effects can seldom be separated in practice from those of other weathering factors. An example is the effect of ultra-violet radiation on polyvinyl chloride, where the apparent effects of ultra-violet radiation alone is small but its susceptibility to thermal breakdown, in which oxygen probably plays a major role, is markedly increased.

Unfortunately, artificial tests occasionally produce abnormal defects which do not occur under natural weathering. This can often be attributed to one or more of the following causes:

- a) many laboratory sources of ultra-violet radiation differ considerably from natural solar radiation in spectral energy distribution;
- b) when the intensity of ultra-violet radiation, temperature, humidity, etc. are increased to obtain an accelerated effect, the rates of the individual reactions which occur under normal exposure conditions are not necessarily increased to the same extent;
- c) the artificial tests, in general, do not simulate all the natural weathering factors.

Annex B (informative)

Radiation source

B.1 General

The radiation source may comprise one or more lamps and their associated optical components, e.g. reflectors, filters, etc., to provide the required spectral distribution and irradiance.

Depending on place, time, irradiance, spectral distribution and power of radiation, different lamps with different filters can be used.

B.2 Filters

The choice of filters depends on the source, the equipment and spectral distribution. The present preference is therefore for glass filters to be used, although fundamentally a glass is not as accurately reproducible as a chemical solution. Some trial and error may be necessary to compensate for different optical densities by using different plate thicknesses. Glass filters are proprietary articles and manufacturers should be consulted concerning the choice of filters suitable for particular purposes. The choice will depend on the source and its method of use.

Some glass infra-red filters may be prone to rapid changes in spectral characteristics when exposed to excessive ultra-violet radiation. This deterioration may be largely prevented by interposing the ultra-violet filter between the source and the infra-red filter. Interference type filters, which function by reflecting instead of absorbing the unwanted radiation, thus resulting in reduced heating of the glass, are generally more stable than absorption filters.

B.3 Uniformity of irradiance

Owing to the distance of the sun from the earth, solar radiation appears at the earth's surface as an essentially parallel beam. Artificial sources are relatively close to the working surface and means of directing and focusing the beam shall be provided with the aim of providing a uniform irradiance at the measurement plane within specification limits (i.e. $1\,120\text{ W/m}^2 \pm 10\%$). Uniform irradiation is more readily achieved with a long-arc lamp mounted in a parabolic "trough" type reflector. By employing very elaborate mounting techniques, it is possible to irradiate, with some degree of uniformity, a large surface by a number of lamps. It is also possible using a turntable.

It is generally advisable to locate radiation source(s) outside the test chamber. This avoids possible degradation of the optical components, e.g. by high humidity conditions and contamination of test specimens by ozone generated by some types of lamps. In this case, the spectral transmittance of the window material shall be taken into account.

Precise collimation of the radiation beam is not normally necessary except for testing special equipment such as solar cells, solar tracking devices, etc.

Annex C (informative)

Instrumentation

C.1 General

Test apparatus as described in the ISO 4892 series shall be used for the tests specified in this part of IEC 60068.

C.2 Measurement of irradiance

The type of instrument considered most suitable for monitoring irradiance is a pyranometer as used for measuring combined solar and sky radiation on a horizontal plane.

Two types are suitable for measuring radiation from a simulated solar source. Each depends for its operation on thermo junctions.

The measurement instruments described in ISO 9370 are recommended for the purpose of monitoring the irradiance from laboratory light sources.

Neither of these instruments is significantly affected by long-wave infra-red radiation emitted by the specimen or the test chamber.

C.3 Measurement of spectral distribution

Total intensity checks are readily made, but detailed checks on spectral characteristics are more difficult. Major spectral changes can be checked by inexpensive routine measurements, using a pyranometer in conjunction with selective filters. For checking the detail distribution characteristics of the facility, it would be necessary to employ sophisticated spectroradiometric instrumentation.

Changes in the spectral characteristics of lamps, reflectors and filters may occur over a period of time which could result in the spectral distribution being seriously outside the permitted tolerances. Manufacturing tolerances may mean that lamp replacement could result in unacceptable changes in the level of irradiation compared with that initially set up. Regular monitoring is therefore essential, but monitoring of the detail spectral distribution within the test facility may not be possible while a specimen is undergoing test.

C.4 Measurement of temperature

Because of the high level of radiation, it is essential that temperature sensors are adequately shielded from radiant heating effects. This applies both to measuring air temperatures within the test chamber and also to monitoring specimen/equipment temperatures.

When monitoring equipment temperatures, sensors, e.g. thermocouples, should be located on the inside surface of the external case and not be attached to the outside surfaces. Temperature-indicating paints and waxes are unsuitable for monitoring the temperature of irradiated surfaces of specimens, as their absorption characteristics will not be the same as those of the specimens.

The maximum temperature on the surface of the specimen is determined by a black standard thermometer.

Table C.1 – Detailed spectral distribution of global radiation for calculation purposes

Spectral region	Bandwidth μm	Irradiance W/m^2	Irradiance %
Ultra-violet B*	0,28 to 0,32	5	0,4
Ultra-violet A	0,32 to 0,36	27	2,4
	0,36 to 0,40	36	3,2
Visible	0,40 to 0,44	56	5,0
	0,44 to 0,48	73	6,5
	0,48 to 0,52	71	6,4
	0,52 to 0,56	65	5,8
	0,56 to 0,64	121	10,8
	0,64 to 0,68	55	4,9
Infra-red	0,68 to 0,72	52	4,6
	0,72 to 0,78	67	6,0
	0,78 to 1,0	176	15,7
	1,0 to 1,2	108	9,7
	1,2 to 1,4	65	5,8
	1,4 to 1,6	44	3,9
	1,6 to 1,8	29	2,6
	1,8 to 2,0	20	1,8
	2,0 to 2,5	35	3,1
	2,5 to 3,0	15	1,4
		1 120	100,0
* Radiation shorter than 0,30 μm reaching the earth's surface is insignificant.			

Bibliography

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

ISO 4892-2, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

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

ISO 4892-4, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 4: Open-flame carbon-arc lamps*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application et objet	24
2 Références normatives	24
3 Termes et définitions	24
4 Généralités	25
4.1 Eclairage énergétique	25
4.2 Distribution spectrale	25
5 Conditionnement.....	26
5.1 Généralités.....	26
5.2 Température.....	27
5.3 Humidité.....	27
5.4 Ozone et autres gaz contaminants	27
5.5 Contamination de surface	27
5.6 Montage du spécimen.....	27
5.7 Installation d'essai	27
5.8 Appareillage d'essai.....	28
6 Mesures initiales.....	28
7 Essais	28
7.1 Généralités.....	28
7.2 Procédure A – Cycle de 24 h, 8 h d'irradiation et 16 h d'obscurité, répété comme exigé	29
7.3 Procédure B – Cycle de 24 h, 20 h d'irradiation et 4 h d'obscurité, répété comme exigé	29
7.4 Procédure C – Irradiation en continu comme exigé.....	29
8 Mesures finales	30
9 Renseignements que doit fournir la spécification applicable	31
10 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai	32
Annexe A (informative) Interprétation des résultats.....	33
Annexe B (informative) Source de rayonnement	35
Annexe C (informative) Appareils de mesure	36
Bibliographie	38
 Figure 1 – Eclairage énergétique spectral solaire global à la surface de la terre pour une masse d'air relative de 1	 26
Figure 2 – Procédures d'essai A, B et C	30
 Tableau 1 – Distribution spectrale de l'énergie et tolérances autorisées.....	 26
Tableau C.1 – Distribution spectrale détaillée du rayonnement global pour les calculs	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-5: Essais – Essai Sa: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et guide pour les essais de rayonnement solaire

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60068-2-5 a été établie par le sous comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1975, et la CEI 60068-2-9, publiée en 1975. Elle constitue une révision technique.

Les modifications principales par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

Cette deuxième édition de la CEI 60068-2-5 est beaucoup plus facile à lire en partie grâce à l'intégration des lignes directrices pour l'essai de rayonnement solaire, auparavant publiées dans une norme séparée, CEI 60068-2-9, et en partie par la possibilité d'utiliser désormais toutes les lampes spécifiées dans la CIE 85, publiée en 1985, par la Commission Internationale de l'Eclairage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
104/500/FDIS	104/515/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60068, présentées sous le titre général *Essais d'environnement*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60068 décrit les méthodes de simulation conçues pour étudier l'effet du rayonnement solaire sur les équipements et les composants qui se trouvent à la surface de la terre. Les principales caractéristiques de l'environnement à simuler sont la distribution spectrale de l'énergie du soleil, telle qu'elle est observée à la surface de la terre, et l'intensité de l'énergie reçue, combinées à des conditions de températures contrôlées. Toutefois, il peut être nécessaire d'examiner la combinaison du rayonnement solaire avec d'autres conditions d'environnement, par exemple la température, l'humidité, la vitesse de l'air, etc.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-5: Essais – Essai Sa: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et guide pour les essais de rayonnement solaire

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60068 donne des lignes directrices pour l'essai d'équipements ou de composants soumis à des conditions de rayonnement solaire.

L'objectif de cet essai est d'étudier dans quelles proportions les équipements ou les composants sont affectés par le rayonnement solaire.

La méthode des essais combinés détecte les variations électriques, mécaniques ou d'autres variations physiques.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essais B: Froid*

CEI 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*

CEI 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

CIE 85:1985, *Solar spectral irradiance*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60068-1, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

masse d'air

longueur du trajet de la lumière provenant d'un objet céleste et traversant l'atmosphère terrestre par rapport à la longueur au zénith lorsque la masse d'air = 1 au zénith

NOTE La masse d'air vaut $1/\sin(\gamma)$, où γ est l'angle d'élévation du soleil.

3.2

température normale noire

BST¹

valeur caractéristique de la température de surface du spécimen

NOTE Température normale noire mesurée par un thermomètre noir normalisé (voir ISO 4892-1).

3.3

température du panneau noir

valeur caractéristique de la température de surface d'un spécimen

NOTE Température du panneau noir mesurée par un thermomètre à panneau noir (see ISO 4892-1).

3.4

constante solaire

valeur à laquelle l'énergie solaire est reçue, à toutes les longueurs d'onde, par unité de surface au plus haut de l'atmosphère terrestre

NOTE La valeur de la constante solaire est $E_0 = 1\,367\text{ W/m}^2$.

3.5

profondeur optique

mesure de la quantité de lumière absorbée en traversant un milieu

NOTE Un milieu complètement transparent a une profondeur optique de zéro.

4 Généralités

4.1 Vue d'ensemble

L'effet du rayonnement sur le spécimen dépendra du niveau d'éclairement énergétique, de la distribution spectrale, de l'emplacement, de l'heure de la journée et de la sensibilité du matériau du spécimen.

4.2 Eclairement énergétique

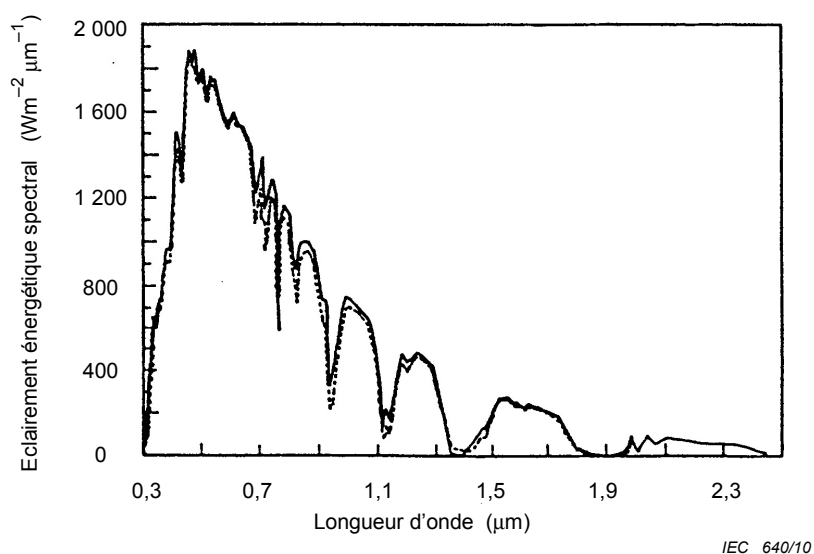
L'éclairement énergétique reçu du soleil sur un plan perpendiculaire au rayonnement incident en dehors de l'atmosphère terrestre à la distance moyenne terre-soleil est connu comme étant la constante solaire E_0 .

L'éclairement énergétique à la surface de la terre est influencé par la constante solaire et par l'atténuation et la dispersion des rayonnements dans l'atmosphère. Pour les essais, la CIE 85 donne une valeur de $1\,120\text{ W/m}^2$ pour le rayonnement global à la surface de la terre lorsque le soleil est au zénith; valeur établie pour une constante solaire de $E_0 = 1\,367\text{ W/m}^2$.

4.3 Distribution spectrale

La distribution spectrale normale du rayonnement global spécifiée pour cet essai, conformément aux recommandations de la CIE 85, est représentée à la Figure 1 et au Tableau 1.

¹ BST en anglais: Black Standard Temperature



NOTE Profondeur optique de l'extinction de l'aérosol, respectivement de 0,1 (ligne pleine) et 0,27 (pointillés).

Figure 1 – Eclairement énergétique spectral solaire global à la surface de la terre pour une masse d'air relative de 1

Tableau 1 – Distribution spectrale de l'énergie et tolérances autorisées

Région spectrale	Ultra-violet B*	Ultra-violet A	Visible	Infrarouge	Rayonnement total
Largeur de bande	300 nm à 320 nm	320 nm à 400 nm	400 nm à 800 nm	800 nm à 2 450 nm	300 nm à 2 450 nm
Eclairement énergétique	4,06 W/m ²	70,5 W/m ²	604,2 W/m ²	186 W/m ²	1 090 W/m ²
Proportion du rayonnement total	0,4 %	6,4 %	55,4 %	37,8 %	100 %
* Les rayonnements inférieurs à 300 nm qui atteignent la surface de la terre ne sont pas significatifs.					

Si la source de rayonnements utilisée pour l'essai ne satisfait pas à la distribution spectrale normale donnée au Tableau 1, les données précises de l'absorption spectrale du matériau et l'éclairement énergétique exact de la source de rayonnement alternative dans la bande qui s'étend de 300 nm à environ 3 000 nm pour un angle établi de 2π au-dessus de la surface du spécimen doivent être connues ou mesurées.

5 Conditionnement

5.1 Généralités

Pendant toute la durée de l'essai, l'irradiation, la température à l'intérieur de l'enceinte, l'humidité et toute autre condition d'environnement spécifiée doivent être maintenues à des niveaux appropriés à la procédure d'essai particulière prévue dans la spécification applicable. La spécification applicable doit indiquer quelles exigences de pré-conditionnement doivent être appliquées.

5.2 Température

La température à l'intérieur de l'enceinte pendant les périodes d'irradiation et d'obscurité doit être contrôlée conformément à la procédure (A, B ou C) spécifiée. Pendant l'irradiation, la température dans l'enceinte doit augmenter ou diminuer de 1 K/min et elle doit être maintenue à l'une des valeurs préférentielles données dans la CEI 60068-2-1, dans la CEI 60068-2-2 ou dans la spécification applicable.

NOTE De plus, un thermomètre noir normalisé peut être utilisé pour contrôler la température de surface maximale. Cette température peut être influencée par l'aération.

5.3 Humidité

Des conditions d'humidité différentes, en particulier de condensation, peuvent affecter notablement la dégradation photochimique des matériaux, des peintures, des plastiques, etc. Si cela est exigé, les valeurs de la CEI 60068-2-78 doivent être utilisées comme valeurs préférentielles.

La spécification applicable doit indiquer l'humidité et si celle-ci doit être maintenue pendant

- a) les périodes d'irradiation uniquement;
- b) les périodes d'obscurité uniquement;
- c) toute la durée d'essai.

5.4 Ozone et autres gaz contaminants

L'ozone généré par les ultra-violet à ondes courtes des sources d'essai sera normalement exclu de l'enceinte d'essai par le ou les filtres de rayonnements utilisés pour corriger la distribution spectrale de l'énergie. Dans la mesure où l'ozone et les autres gaz contaminants peuvent affecter de manière significative les processus de dégradation de certains matériaux, il est important d'exclure ces gaz de l'enceinte d'essai, sauf indication contraire dans la spécification applicable.

5.5 Contamination de surface

Les poussières et autres contaminations de surface peuvent modifier de manière significative les caractéristiques d'absorption des surfaces irradiées. Sauf exigence contraire, il convient que les spécimens soient soumis à l'essai en condition propre. Toutefois, si des effets de la contamination de surface doivent être évalués, il convient que la spécification applicable contienne les informations nécessaires relatives à la préparation des surfaces, etc.

5.6 Montage du spécimen

Le spécimen à soumettre à l'essai doit être placé sur un support surélevé, une table tournante ou sur un substrat spécifié dont la conductivité et la capacité thermique sont connues à l'intérieur de l'enceinte, comme indiqué dans la spécification appropriée, et il doit être écarté des autres spécimens de manière à éviter tout écrantage par rapport à la source de rayonnement ou toute chaleur re-rayonnée. Il convient que les capteurs de température soient fixés au spécimen comme exigé.

5.7 Installation d'essai

On doit s'assurer que les parties optiques de l'installation d'essai, les lampes, les réflecteurs et les filtres, etc. sont propres.

Le niveau d'irradiation sur le plan de mesure spécifié doit être mesuré immédiatement avant chaque essai.

Il convient que toutes les conditions environnementales secondaires, par exemple la température ambiante, l'humidité et les autres paramètres s'ils sont spécifiés, soient surveillées en continu pendant toute la durée de l'essai.

5.8 Appareillage d'essai

L'enceinte à l'intérieur de laquelle les essais doivent être réalisés doit être équipée de moyens pour obtenir, sur le plan de mesure d'irradiation prescrit, un éclairage énergétique de $1\,120\text{ W/m}^2 \pm 10\%$ avec la distribution spectrale donnée au Tableau 1. Cette valeur de $1\,120\text{ W/m}^2$ doit inclure tout rayonnement réfléchi par l'enceinte d'essai et reçu par le spécimen en essai. Il est recommandé que le rayonnement infrarouge grandes ondes émis par l'enceinte d'essai ne soit pas inclus.

Des moyens doivent aussi être fournis afin de pouvoir maintenir les conditions spécifiées de température, de débit d'air et d'humidité à l'intérieur de l'enceinte.

La température à l'intérieur de l'enceinte doit être mesurée (avec écrantage approprié de la chaleur rayonnée) en un ou plusieurs point(s) dans un plan horizontal de 0 mm à 50 mm en dessous du plan de mesure d'irradiation prescrit, à mi-distance entre le spécimen en essai et la paroi de l'enceinte, ou à 1 m du spécimen, en prenant celle des deux valeurs qui est la plus faible.

6 Mesures initiales

Le spécimen doit être soumis aux vérifications visuelles, dimensionnelles et fonctionnelles prescrites par la spécification applicable.

7 Essais

7.1 Généralités

Pendant l'exposition, la température dans l'enceinte doit augmenter ou diminuer de 1 K/min et elle doit être maintenue à l'une des valeurs préférentielles données dans la CEI 60068-2-1, dans la CEI 60068-2-2 ou dans la spécification applicable.

Dans la procédure A, la température à l'intérieur de l'enceinte d'essai doit commencer à augmenter 2 h avant le début de la période d'irradiation.

Au cours de la période d'obscurité des procédures A et B, la température à l'intérieur de l'enceinte doit baisser d'approximativement 1 K/min et doit être maintenue à +25 °C. Si la température exigée est inférieure à 25 °C, la température doit être maintenue à la température exigée.

Les exigences d'irradiation, de température et de relations de durée sont données à la Figure 2. Pendant toute la durée d'essai spécifiée, la température à l'intérieur de l'enceinte doit être maintenue, à $\pm 2\text{ °C}$ près, au niveau de celle donnée pour la procédure appropriée.

Il convient que le niveau d'éclairage énergétique soit de $1\,120\text{ W/m}^2 \pm 10\%$ ou celui prévu dans la spécification applicable. L'accélération de l'essai par l'augmentation de l'irradiation au-dessus de ce niveau n'est pas recommandée. L'irradiation quotidienne totale approchant des conditions naturelles les plus sévères est simulée par la procédure A avec une durée d'exposition aux conditions d'irradiation normales de 8 h par jour. Ainsi, l'exposition pendant des périodes dépassant 8 h aura un effet d'accélération par rapport aux conditions naturelles. Toutefois, une exposition continue de 24 h par jour, procédure C, pourrait masquer des effets de dégradation des contraintes thermiques cycliques et, par conséquent, cette procédure n'est généralement pas recommandée dans ce cas.

Le spécimen doit être soumis, pendant la durée prévue dans la spécification applicable, à l'une des procédures d'essai suivantes (voir Figure 2).

7.2 Procédure A – Cycle de 24 h, 8 h d'irradiation et 16 h d'obscurité, répété comme exigé

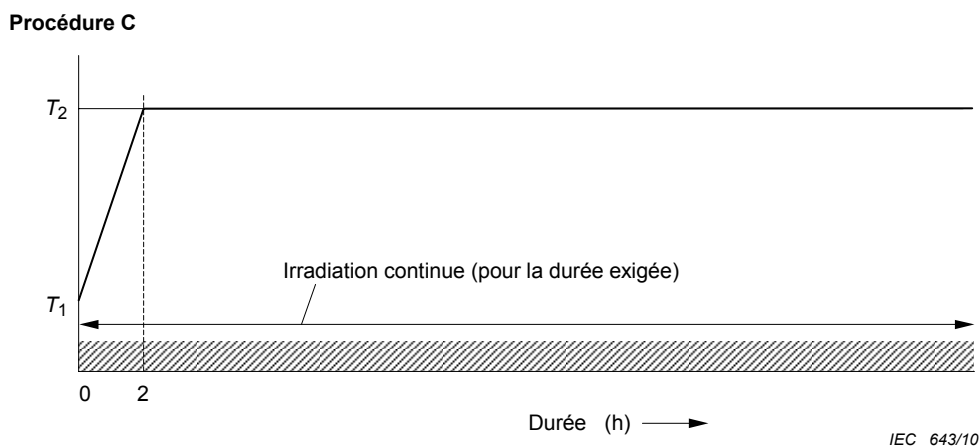
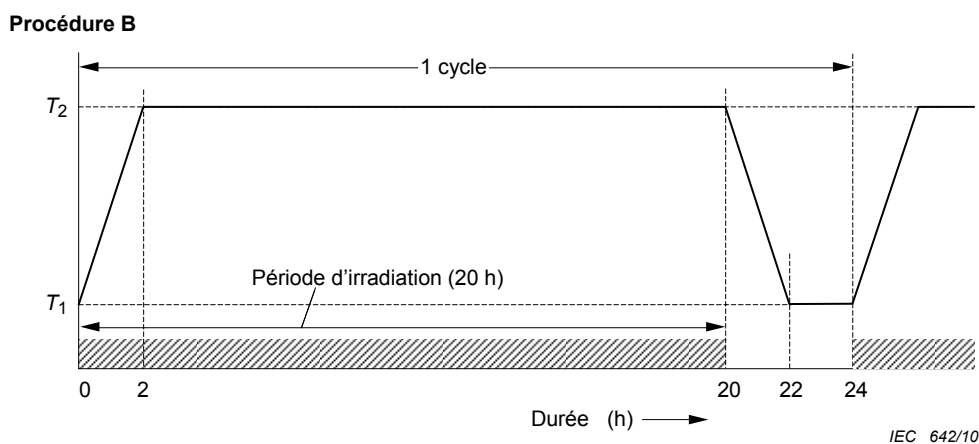
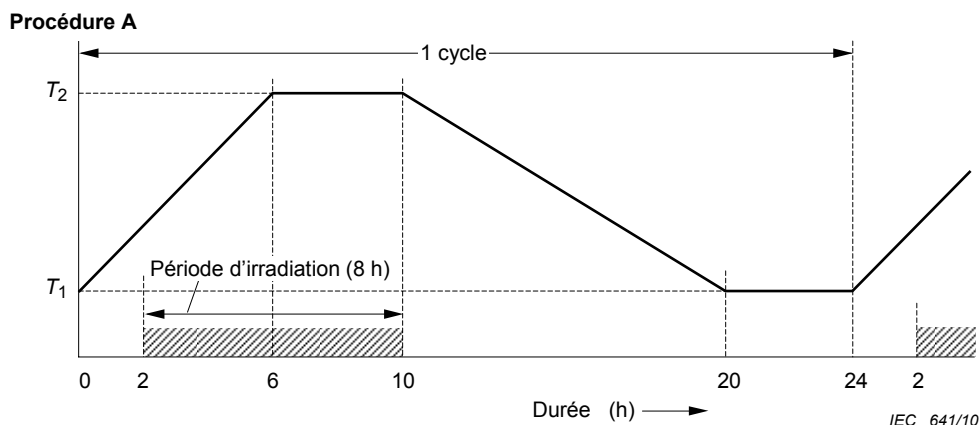
Cela donne une irradiation totale de 8,96 kWh/m² par cycle diurne ce qui s'approche des conditions naturelles les plus sévères. Il convient que la procédure A soit spécifiée lorsque la préoccupation principale concerne les effets thermiques.

7.3 Procédure B – Cycle de 24 h, 20 h d'irradiation et 4 h d'obscurité, répété comme exigé

Cela donne une irradiation totale de 22,4 kWh/m² par cycle diurne et est applicable lorsque la préoccupation principale concerne les effets de dégradation.

7.4 Procédure C – Irradiation en continu comme exigé

Essai simplifié, applicable lorsque les contraintes thermiques cycliques ne sont pas importantes et que seuls les effets photochimiques doivent être évalués. Egalement utilisé pour l'évaluation des effets d'échauffement sur des spécimens à faible capacité thermique.



Légende

T_1 température inférieure (25 °C sauf spécification contraire)

T_2 température supérieure (40 °C sauf spécification contraire)

Figure 2 – Procédures d'essai A, B et C

8 Mesures finales

Le spécimen doit être soumis aux vérifications visuelles, dimensionnelles et fonctionnelles prescrites par la spécification applicable.

9 Renseignements que doit fournir la spécification applicable

La spécification applicable doit contenir les détails suivants pour autant qu'ils soient applicables:

- a) temps d'exposition aux rayonnements;
- b) température normale noire;
- c) puissance des rayonnements;
- d) durée de l'essai;
- e) état de fonctionnement;
- f) pré-conditionnement;
- g) nombre de spécimens;
- h) humidité si applicable;
- i) type et domaine d'application de la mesure initiale;
- j) procédure d'essai;
- k) température pendant l'essai;
- l) période de fonctionnement;
- m) type et domaine d'application de la mesure intermédiaire;
- n) récupération;
- o) type et domaine d'application de la mesure finale;
- p) critères pour l'évaluation;
- q) type et domaine d'application du rapport d'essai;
- r) description du support du spécimen utilisé pour l'essai.

10 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai

Lorsque cet essai est inclus dans la spécification applicable, les détails suivants doivent être fournis pour autant qu'ils soient applicables:

a) Laboratoire d'essai	(nom, adresse et détails d'accréditation – s'il y a lieu)
b) Dates des essais	(dates auxquelles l'essai a été effectué)
c) Client	(nom et adresse)
d) Type d'essai	(procédure A, B, C)
e) Valeurs exigées	(température, humidité, rayonnement, etc.)
f) Objet de l'essai	(développement, homologation, etc.)
g) Norme d'essai, édition	(CEI 60068-2-5, édition utilisée)
h) Méthode d'essai de laboratoire applicable	(code et version)
i) Description du spécimen d'essai	(dessin, photo, quantité, état de construction, etc.)
j) Enceinte d'essai	(fabricant, numéro de modèle, id unique, etc.)
k) Performance de l'appareillage d'essai	(commande de température pour la valeur de consigne, etc.)
l) Incertitudes du système de mesure	(données d'incertitudes)
m) Données d'étalonnage	(dernière et prochaine échéances)
n) Mesures initiales, intermédiaires et finales	(mesures initiales, intermédiaires et finales)
o) Sévérités requises	(par la spécification applicable)
p) Sévérités de l'essai	(points de mesure, données de mesures, etc.)
q) Performance des spécimens d'essai	(résultats des essais fonctionnels, etc.)
r) Observations pendant les essais et actions entreprises	(toutes observations pertinentes)
s) Résumé de l'essai	(résumé d'essai)
t) Distribution	(liste de distribution)

Annexe A **(informative)**

Interprétation des résultats

A.1 Conformité à la spécification

Il convient que la spécification applicable indique les modifications autorisées de la condition externe et/ou des performances du ou des spécimens en essai après l'exposition au niveau exigé d'irradiation pendant les durées spécifiées. En plus de ces exigences, les aspects suivants d'interprétation peuvent être examinés.

A.2 Effets à court terme

Il s'agit avant tout des effets d'échauffement. Les effets à court terme qui doivent être recherchés seront principalement par nature le résultat d'un sur-échauffement local.

A.3 Effets à long terme

Le but recherché des essais à long terme est de déterminer le modèle de détérioration avec deux objectifs, voir s'il y a une modification rapide initiale et évaluer la vie utile de l'élément en essai.

A.4 Effets thermiques

La surface maximale et les températures internes atteintes par un spécimen ou un équipement dépendront

- a) de la température de l'air ambiant,
- b) de l'intensité de rayonnement,
- c) de la vitesse de l'air,
- d) de la durée d'exposition,
- e) des propriétés thermiques de l'objet lui-même, par exemple facteur de réflexion en surface, dimensions et forme, conductance thermique et chaleur spécifique.

Les équipements peuvent atteindre des températures supérieures à 80 °C, s'ils sont complètement exposés aux rayonnements solaires à une température ambiante de l'ordre de 35 °C à 40 °C. Le facteur de réflexion de surface d'un objet affecte dans une très large mesure l'élévation de sa température due à l'échauffement provoqué par le soleil; modifier la finition, par exemple en passant d'une couleur sombre à un blanc brillant, provoquera une baisse considérable de la température. A l'inverse, on peut s'attendre à ce qu'une finition d'origine conçue pour réduire la température se détériore avec le temps, donnant lieu à une augmentation de la température.

La plupart des matériaux sont des réflecteurs sélectifs, c'est-à-dire que leur facteur de réflexion spectrale varie avec la longueur d'onde. Par exemple, les peintures, de manière générale, sont de piètres réflecteurs d'infrarouges bien qu'elles puissent être très efficaces dans le domaine visible. De plus, le facteur de réflexion spectrale de nombreux matériaux varie nettement dans le domaine visible (en produisant une sensation de couleur sur l'œil humain) et dans le domaine du proche infrarouge. C'est pourquoi il est important que la distribution d'énergie spectrale de la (des) source(s) de rayonnement utilisée(s) dans n'importe quel essai simulé reproduise fidèlement le rayonnement solaire naturel, ou qu'un réglage approprié de l'éclairage énergétique soit effectué pour obtenir le même effet d'échauffement.

A.5 Dégradation des matériaux

Les effets combinés du rayonnement solaire, des gaz atmosphériques, des variations de température et d'humidité, etc. sont souvent désignés sous le terme collectif «intempéries» et donnent lieu au «vieillissement» et à la destruction ultime de la plupart des matériaux organiques (par exemple plastiques, caoutchoucs, peintures, bois, etc.).

De nombreux matériaux qui donnent satisfaction dans les zones tempérées se sont avérés complètement inadaptés à une utilisation dans les conditions plus défavorables des zones tropicales. Les défauts typiques sont une détérioration et une dégradation rapide des peintures, la fissuration et la désintégration des gaines des câbles et la décoloration des pigments.

La dégradation d'un matériau sous l'effet des intempéries ne résulte en général pas d'une simple réaction mais de plusieurs réactions individuelles de différents types qui interviennent simultanément et souvent avec des effets d'interaction. Bien que le rayonnement solaire, principalement les ultra-violets – à l'origine de la photo-dégradation – soit souvent le facteur principal, ses effets sont rarement distincts en pratique de ceux d'autres facteurs d'intempérie. Un exemple est l'effet des rayonnements ultra-violet sur le polychlorure de vinyle, lorsque les effets apparents du rayonnement ultra-violet seuls sont faibles mais que sa sensibilité au claquage thermique, dans lequel l'oxygène joue probablement un rôle essentiel, est nettement augmentée.

Malheureusement, les essais artificiels produisent de temps à autre des défauts anormaux qui ne se produisent pas dans le cas des intempéries d'origine naturelle. Ce phénomène peut souvent être attribué à une ou plusieurs des causes suivantes:

- a) nombreuses sont les sources de rayonnement ultra-violet de laboratoire qui diffèrent considérablement des rayonnements solaires naturels pour ce qui est de la distribution d'énergie spectrale;
- b) lorsque l'intensité du rayonnement ultra-violet, la température, l'humidité, etc. sont augmentées pour obtenir un effet accéléré, les vitesses des réactions individuelles qui interviennent dans les conditions normales d'exposition ne sont pas nécessairement augmentées dans la même proportion;
- c) les essais artificiels, en général, ne simulent pas tous les facteurs d'intempéries naturelles.

Annexe B (informative)

Source de rayonnement

B.1 Généralités

La source de rayonnement peut contenir une ou plusieurs lampes et leurs composants optiques associés, par exemple réflecteurs, filtres, etc. pour fournir la distribution spectrale et l'éclairement énergétique exigés.

En fonction de l'emplacement, de la durée, de l'éclairement énergétique, de la distribution spectrale et de la puissance de rayonnement, différentes lampes avec différents filtres peuvent être utilisées.

B.2 Filtres

Le choix des filtres dépend de la source, de l'équipement et de la distribution spectrale. La préférence va donc actuellement à l'utilisation de filtres en verre, bien que fondamentalement le verre ne soit pas aussi précisément reproductible qu'une solution chimique. Plusieurs essais et erreurs peuvent être nécessaires pour compenser les différentes densités optiques en utilisant des plaques d'épaisseurs différentes. Les filtres en verre sont des articles propriétaires et il convient de consulter les fabricants quant au choix des filtres adaptés aux usages particuliers. Le choix dépendra de la source et de sa méthode d'utilisation.

Certains filtres à infrarouge en verre peuvent être sujets à des variations rapides des caractéristiques spectrales lorsqu'ils sont exposés à un rayonnement ultra-violet excessif. Cette détérioration peut être largement évitée en interposant le filtre ultra-violet entre la source et le filtre à infrarouge. Les filtres à interférences types, qui fonctionnent en réfléchissant au lieu d'absorber le rayonnement indésirable, donnant lieu ainsi à une réduction de l'échauffement du verre, sont généralement plus stables que les filtres à absorption.

B.3 Uniformité de l'éclairement énergétique

Compte tenu de la distance qui sépare le soleil de la terre, le rayonnement solaire apparaît à la surface de la terre comme un rayon essentiellement parallèle. Les sources artificielles sont relativement proches de la surface de travail et des dispositifs destinés à diriger et focaliser le rayon doivent être fournis dans le but de donner un éclairement énergétique uniforme au niveau du plan de mesure dans les limites de la spécification (c'est-à-dire $1\,20\text{ W/m}^2 \pm 10\%$). Un rayonnement uniforme est plus facilement obtenu avec une lampe à arc long montée dans un réflecteur de type parabolique «creux». L'utilisation de techniques de montage très élaborées permet d'irradier une surface importante, avec un certain degré d'uniformité, au moyen de plusieurs lampes. Il est également possible d'utiliser une table tournante.

Il est généralement recommandé de placer la ou les sources de rayonnement à l'extérieur de l'enceinte d'essai. Cela permet d'éviter la dégradation éventuelle des composants optiques, par exemple en raison de conditions de forte humidité et de la contamination des spécimens d'essai par l'ozone produite par certains types de lampes. Dans ce cas, le facteur de transmission spectrale du matériau de la fenêtre doit être pris en compte.

La collimation précise du rayon n'est normalement pas nécessaire sauf pour les essais d'équipements spéciaux comme les cellules solaires, les appareils de suivi des rayonnements solaires, etc.

Annexe C (informative)

Appareils de mesure

C.1 Généralités

L'appareillage d'essai décrit dans la série ISO 4892 doit être utilisé pour les essais prescrits dans la présente partie de la CEI 60068.

C.2 Mesure de l'éclairement énergétique

Le type d'appareil de mesure considéré comme le mieux adapté à la surveillance de l'éclairement énergétique est le pyranomètre tel qu'il est utilisé pour mesurer les rayonnements combinés du soleil et du ciel sur un plan horizontal.

Deux types sont adaptés à la mesure des rayonnements provenant d'une source solaire simulée. Chacun dépend des jonctions thermiques pour son fonctionnement.

Les appareils de mesure décrits dans l'ISO 9370 sont recommandés pour la surveillance de l'éclairement énergétique provenant des sources lumineuses de laboratoire.

Aucun de ces appareils n'est affecté de manière significative par les rayonnements infrarouges à grandes ondes émis par le spécimen ou l'enceinte d'essai.

C.3 Mesure de la distribution spectrale

Les vérifications d'intensité totale sont faciles à réaliser, mais des vérifications détaillées des caractéristiques spectrales sont plus difficiles. Les variations spectrales majeures peuvent être vérifiées par des mesures de routine peu onéreuses en utilisant un pyranomètre associé à des filtres sélectifs. Pour vérifier les caractéristiques de distribution détaillées de l'installation, il serait nécessaire d'employer des appareils de mesure spectroradiométriques sophistiqués.

Des variations des caractéristiques spectrales des lampes, des réflecteurs et des filtres peuvent intervenir sur une période donnée et pourraient faire sortir très largement la distribution spectrale des tolérances admissibles. Les tolérances de fabrication peuvent signifier que le remplacement de la lampe pourrait donner lieu à des variations du niveau d'irradiation inacceptables par rapport à celui fixé initialement. C'est la raison pour laquelle une surveillance régulière est essentielle, mais la surveillance de la distribution spectrale détaillée dans l'installation d'essai peut ne pas être possible lorsque l'essai d'un spécimen est en cours.

C.4 Mesure de température

Compte tenu du niveau élevé de rayonnement, il est essentiel que les capteurs de température soient correctement écrantés pour les protéger des effets de l'échauffement rayonnant. Ce principe s'applique aussi bien pour la mesure des températures de l'air à l'intérieur de l'enceinte d'essai que pour la surveillance des températures du spécimen/de l'équipement.

Lorsqu'on surveille les températures des équipements, il convient que les capteurs, par exemple les thermocouples, soient situés sur la surface interne du boîtier externe et ne soient pas fixés sur les surfaces extérieures. Les peintures et les cires thermo-indicatrices ne sont pas adaptées à la surveillance de la température des surfaces irradiées des spécimens, dans la mesure où leurs caractéristiques d'absorption ne seront pas identiques à celles des spécimens.

La température maximale de la surface du spécimen est déterminée par un thermomètre noir normalisé.

Tableau C.1 – Distribution spectrale détaillée du rayonnement global pour les calculs

Région spectrale	Largeur de bande μm	Eclairement énergétique W/m^2	Éclairement énergétique %
Ultra-violet B*	0,28 à 0,32	5	0,4
Ultra-violet A	0,32 à 0,36 0,36 à 0,40	27 36	2,4 3,2
Visible	0,40 à 0,44 0,44 à 0,48 0,48 à 0,52	56 73 71	5,0 6,5 6,4
	0,52 à 0,56 0,56 à 0,64	65 121	5,8 10,8
	0,64 à 0,68 0,68 à 0,72 0,72 à 0,78	55 52 67	4,9 4,6 6,0
Infrarouge	0,78 à 1,0	176	15,7
	1,0 à 1,2	108	9,7
	1,2 à 1,4	65	5,8
	1,4 à 1,6	44	3,9
	1,6 à 1,8	29	2,6
	1,8 à 2,0	20	1,8
	2,0 à 2,5	35	3,1
	2,5 à 3,0	15	1,4
		1 120	100,0
* Les rayonnements inférieurs à 0,30 μm qui atteignent la surface de la terre ne sont pas significatifs.			

Bibliographie

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

ISO 4892-2, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

ISO 4892-3, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 3: Lampes fluorescentes UV*

ISO 4892-4, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 4: Lampes à arc au carbone*

ISO 9370: *Plastiques – Détermination au moyen d'instruments de l'exposition énergétique lors d'essais d'exposition aux intempéries – Guide général et méthode d'essai fondamentale*

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