

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules –
Part 1-7: Encapsulants – Test procedure of optical durability**

**Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules
photovoltaïques –
Partie 1-7: Encapsulants – Procédure d'essai de la durabilité optique**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules –
Part 1-7: Encapsulants – Test procedure of optical durability**

**Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules
photovoltaïques –
Partie 1-7: Encapsulants – Procédure d'essai de la durabilité optique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-8035-5

**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	7
4 Principle	7
5 Apparatus.....	7
5.1 Spectrophotometer for transmittance measurements.....	7
5.2 Environmental chamber for weathering	7
6 Test specimens	8
6.1 Specimen components and general considerations for all material types	8
6.2 Test specimens for datasheet reporting	8
6.3 Use of alternate superstrate and substrate materials	8
6.4 Witness specimens and experimental control.....	9
7 Measurement procedure	9
8 Artificial accelerated weathering	9
9 Calculation and expression of results	9
10 Test procedure	10
11 Pass/fail criteria.....	10
12 Test report.....	11
Bibliography.....	13

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62788-1-7:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASUREMENT PROCEDURES FOR
MATERIALS USED IN PHOTOVOLTAIC MODULES –****Part 1-7: Encapsulants –
Test procedure of optical durability**

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 62788-1-7 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

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

FDIS	Report on voting
82/1669/FDIS	82/1704/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62788 series, published under the general title *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules*, 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 "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62788-1-7:2020

INTRODUCTION

IEC 61215-2 (covering module design qualification and type approval) specifies a UV preconditioning of $54 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ($15 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$), which would be encountered after ~40 ideal sunny days of exposure to the AM1.5G UV spectrum in IEC 60904-3. IEC 61730-2 presently specifies 4x the same UV exposure, i.e., 5 months UV dose. The International PV Quality Assurance Task Force (PVQAT) leads global efforts to craft quality and reliability standards for solar energy technologies. These standards will allow stakeholders to quickly assess a solar photovoltaic (PV) module's performance and ability to withstand weather stresses, thereby reducing risk and adding confidence for those developing products, designing incentive programs, and determining private investments. As developed in conjunction with PVQAT, this part of IEC 62788-1 is intended to supplement module qualification, which typically covers reliability issues related to infant mortality, i.e., the first months of field use. This part of IEC 62788-1 may also facilitate the pre-qualification of encapsulation materials using coupon specimens, because long term weathering is not practical for larger module specimens. This part of IEC 62788-1 also importantly uses high fidelity UV irradiation (relative to the terrestrial solar spectrum), which is not practical to apply to module specimens (due to the lack of available commercial equipment and the anticipated cost of operation). This part of IEC 62788-1 is not presently specified for pre-qualification purposes in other standards, but may be used for that purpose by module manufacturers.

The optical performance (transmittance) of polymeric frontsheets and backsheets is not covered in this part of IEC 62788-1. These components are addressed in the IEC TS 62788-2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62788-1-7:2020

MEASUREMENT PROCEDURES FOR MATERIALS USED IN PHOTOVOLTAIC MODULES –

Part 1-7: Encapsulants – Test procedure of optical durability

1 Scope

IEC 61215-2 provides a set of qualification tests that indicate that a PV module design is likely to be free of flaws that will result in early failure. However, IEC 61215-2 does not address the long term wear-out of PV modules. This part of IEC 62788-1 is designed as a more rigorous qualification test, using accelerated UV exposure at elevated temperature to determine whether polymeric encapsulants can suffer loss of optical transmittance. IEC 61215-2 already includes a UV preconditioning test (MQT 10), however, the parameters for that test only represent a limited level of exposure (~weeks of UV dose). This test procedure is intended for representative coupon specimens, applying stress at a greater intensity (designed relative to Phoenix, AZ), using a radiation spectrum that is more similar to the terrestrial solar spectrum, and using a duration of exposure that is more relevant to the PV application (i.e., equivalent to several years of outdoor exposure). This test quantifies the degradation rate of encapsulants so that the risk of the materials losing optical transmittance during operation in the terrestrial environments can be managed. The quantitative correlation between climate (or location of use), a specific application (utility-installation, residential-installation, roof-mount, rack-mount, use of a tracker, the system electrical configuration and its operation), and the test can be established for each specific encapsulant material, but is beyond the scope of this document.

The method herein is intended to qualify encapsulants for use in a PV module. This document is intended to apply to encapsulants used in PV modules deployed under temperature conditions of normal use, as defined in IEC TS 63126. The use of this method for encapsulants in modules deployed under conditions of higher temperature is specified elsewhere, for example IEC TS 63126. The method here is intended to be used to examine a particular encapsulant and does not cover incompatibilities between the encapsulant and other packaging materials. This document covers PV technology constructed using a transparent incident surface/encapsulant/photovoltaic device construction, the relevance to other geometries where the encapsulant layer is located behind the photovoltaic device layer, is outside the scope of this document. In the case of bifacial cell technology, the module can accept light from its front and back surfaces – the transmittance of a frontsheet (if used), encapsulant, and transparent backsheet (if used) is relevant for both active surfaces. The optical durability of frontsheets and backsheets, however, is addressed separately in the IEC TS 62788-2. Thin coatings that might be added for antireflection or anti-soiling purposes are outside the scope of this document. The method in this document can be used for other purposes (e.g., research and development); many details of alternate uses of the method (e.g., alternate test durations or measurement increments) are not described here.

2 Normative references

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

IEC 61215-2, *Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 2: Test procedures*

IEC 61730-1, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 1: Requirements for construction*

IEC TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols*

IEC 62788-1-4, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules. Part 1-4: Encapsulants – Measurement of optical transmittance and calculation of the solar-weighted photon transmittance, yellowness index, and UV cut-off wavelength*

IEC TS 62788-7-2, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 7-2: Environmental exposures – Accelerated weathering tests of polymeric materials*

IEC TS 62915, *Photovoltaic (PV) modules – Type approval, design and safety qualification – Retesting*

IEC TS 63126¹, *Guidelines for qualifying PV modules, components, and materials for operation at high temperatures*

ISO 291, *Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing*

ASTM G7, *Standard practice for atmospheric environmental exposure testing of nonmetallic materials*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC TS 61836 and IEC 61730-1 apply.

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

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

4 Principle

The total spectral transmittance shall be quantified using a spectrophotometer equipped with an integrating sphere (IEC 62788-1-4). Artificial weathering shall be performed at stable specified irradiance, temperature, and relative humidity conditions using an environmental chamber (IEC TS 62788-7-2). The changes in transmittance resulting from weathering shall be quantified using subsequent spectrophotometer measurement(s). The results of this artificial weathering test may be benchmarked against natural weathering, for example ASTM G7.

5 Apparatus

5.1 Spectrophotometer for transmittance measurements

A double beam or single beam spectrophotometer equipped with an integrating sphere and conforming to the requirements of IEC 62788-1-4 shall be used.

5.2 Environmental chamber for weathering

An artificial weathering apparatus shall be used, as specified in IEC TS 62788-7-2. The weathering apparatus shall meet the requirements of the artificial accelerated weathering method specified, for example IEC TS 62788-7-2, method A3.

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/DTS 63126:2019.

6 Test specimens

6.1 Specimen components and general considerations for all material types

Specimens shall be constructed according to the geometry, methodology, and number of replicates for weathering test specimens as specified in IEC 62788-1-4.

Silica glass shall be used for the encapsulant specimens to standardize the results for the purpose of datasheet reporting of the durability. Silica glass may be used to achieve the worst-case weathering results, i.e., the most accelerated, because it is fully UV transmitting. The silica shall fulfill the requirements of IEC 62788-1-4.

To limit the propagation of localized weathering damage through the specimens, the indicated specimens should be marked (with a serial number or other identifier) on the side that is not facing the incident radiation. Because of the aggressive nature of the combined stress factors applied during artificial weathering, it is recommended to mark by physically scribing the substrate.

All specimens shall be laminated or processed in a manner similar to that used to fabricate PV modules.

6.2 Test specimens for datasheet reporting

Encapsulant specimens shall consist of glass/encapsulant/glass coupons as specified in IEC 62788-1-4.

Some module geometries are constructed using separate front encapsulant (that is UV transparent) and back encapsulant (that is not UV transparent). The durability of each encapsulant material shall be examined separately using separate coupons containing each specific material.

6.3 Use of alternate superstrate and substrate materials

For the purpose of research and development, other materials including photovoltaic glass and UV attenuating encapsulant may be used in coupon specimens. The test may reveal material specific degradation, particularly when product glass and/or encapsulants are used.

Photovoltaic glass may be used to achieve weathering that is more representative of that encountered in a PV module. Photovoltaic glass, however, shall not be used for the purpose of datasheet reporting. If a superstrate glass other than silica is used, its transmittance should be similar to the manufactured superstrate. In the case of module representative specimens, the glass used in weathering shall have a solar weighted transmittance that is equal to or greater than that of the glass used in PV modules between the UV cut-off wavelength and 400 nm. The representative glass used in weathering shall also have an initial UV cut-off wavelength within $\pm 2,5$ nm that of the glass in used in PV modules, for example the same glass from the same manufacturer. If the manufacturer's tolerances for UV cut-off wavelength and solar weighted transmittance are available for fabricated lots of photovoltaic glass used for test specimens, then those should be used in place of the aforementioned limits.

In the case of modules using a polymeric frontsheet or superstrate that is not composed of glass, that superstrate material may be used in the encapsulant coupons for weathering in the place of glass. It is recommended to verify that the solar weighted transmittance of the superstrate is equal to or greater than that of the superstrate used in PV modules between the UV cut-off wavelength and 400 nm. The superstrate used in weathering shall also have an initial UV cut-off wavelength within $\pm 2,5$ nm the superstrate used in PV modules, for example the same superstrate material from the same manufacturer. If the manufacturer's tolerances for UV cut-off wavelength and solar weighted transmittance are available for fabricated lots of superstrate material used for specimens, then those should be used in place of the aforementioned limits.

Because the optical characteristics of a glass or a polymeric superstrate can be affected by weathering (e.g., solarization of glass [1]² or discoloration of polymeric materials), it is suggested to include reference specimens of the glass or superstrate material for weathering, if the stability of the superstrate material is unknown. For superstrate or substrate materials that are known to solarize, it is suggested to artificially solarize those materials before constructing test specimens.

6.4 Witness specimens and experimental control

Measurement of witness specimens, as described in IEC 62788-1-4, shall be used to verify the measurements within each measurement session. Control measurements shall be performed at the start and end of each measurement session. Control measurements may also be performed intermediately, during the measurement session. The control measurements should be compared to quantify and correct for drift of the spectrophotometer through the weathering.

7 Measurement procedure

Transmittance measurements shall be performed as specified in IEC 62788-1-4, including the equilibration of the spectrophotometer lamp(s), baselining of the instrument, and use of witness specimen(s). Specimens with an impermeable superstrate (e.g., glass) shall be conditioned prior to optical measurements as specified in ISO 291 class 2, for example $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(50 \pm 10) \% \text{RH}$ for at least 15 min to allow thermal equilibration. Specimens with a permeable superstrate (e.g., polymeric frontsheet) shall be conditioned prior to optical measurements as specified in ISO 291 class 2, for example $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(50 \pm 10) \% \text{RH}$ for at least 24 h to facilitate moisture equilibration. Because the transmittance at short wavelengths may be used to diagnose the effects of weathering, it is recommended to measure the transmittance from 200 nm to 2 500 nm.

8 Artificial accelerated weathering

For encapsulants used in PV modules deployed under temperature conditions of normal use, artificial accelerated weathering shall be performed in conformance with IEC TS 62788-7-2, method A3. For encapsulants in modules deployed under conditions of higher temperature, weathering shall be performed according to IEC TS 63126.

NOTE The details of the test conditions in IEC TS 62788-7-2, including: irradiance; chamber air temperature; black panel temperature; and chamber relative humidity, are specified for reference here as IEC 62788-1-7 is developed. Details including the intent of the test conditions are also provided here to facilitate the development of IEC 62788-1-7. All of these details, however, will be removed in the final version of IEC 62788-1-7 because having them solely located in IEC TS 62788-7-2 will prevent confusion as both documents are revised in the future.

IEC TS 62788-7-2, method A3: irradiance of $0,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$, controlled at 340 nm; $65 ^\circ\text{C}$ chamber air temperature with a $90 ^\circ\text{C}$ black panel temperature; and chamber relative humidity of 20 %.

Specimens shall be conditioned prior to weathering as specified in IEC TS 62788-7-2.

9 Calculation and expression of results

Results and their corresponding uncertainty shall be calculated from the transmittance measurements, including the solar-weighted transmittance, representative solar-weighted transmittance (solar-weighted transmittance of photon irradiance transmitted throughout the range of the spectrum utilized by a representative PV device, as defined in IEC 62788-1-4), yellowness index, and UV cut-off wavelength, as specified in IEC 62788-1-4. The initial values

² Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

for the characteristics and the change in their performance following UV weathering shall be reported.

10 Test procedure

The following test sequence shall be applied:

- a) Specimen fabrication and preparation (as in IEC 62788-1-4).
- b) Visual inspection (IEC 61215-2, MQT 01).
- c) Specimen conditioning for measurement (as in IEC 62788-1-4 or ISO 291 class 2).
- d) Initial transmittance measurement of the specimens (as in IEC 62788-1-4).
- e) Transmittance measurement of the superstrate material coupon (as in IEC 62788-1-4).

At least one measurement shall be made on one coupon to verify the optical performance of the superstrate material. The requirements of silica used for datasheet reporting are specified in IEC 62788-1-4. For alternate materials used for alternate purposes, the performance of the superstrate material may also be measured after weathering is complete.

- f) Specimen conditioning for weathering (as in IEC TS 62788-7-2, if applicable).
- g) Weathering (as in IEC TS 62788-7-2) including up to 2 000 cumulative hours.
- h) Specimen conditioning for measurement (as in IEC 62788-1-4 or ISO 291 class 2).
- i) Transmittance measurement of weathered specimens (as in IEC 62788-1-4).
- j) Visual inspection (IEC 61215-2, MQT 01).
- k) Weathering (as in IEC TS 62788-7-2) including up to 4 000 cumulative hours.
- l) Specimen conditioning for measurement (as in IEC 62788-1-4 or ISO 291 class 2).
- m) Transmittance measurement of weathered specimens (as in IEC 62788-1-4).
- n) Visual inspection (IEC 61215-2, MQT 01).
- o) Analysis and reporting of results (as in IEC 62788-1-4).

For datasheet reporting or qualification, weathering shall be performed for 2 000 and 4 000 cumulative hours. This weathering may be performed continuously or in multiple intermittent weathering intervals up to the cumulative duration of 4 000 h.

11 Pass/fail criteria

The encapsulant fulfills the requirements of this document when each test sample meets all the following criteria:

- a) the change in the representative solar photon weighted transmittance does not exceed 5 %;
- b) no evidence of major defects are observed after visual inspection in accordance with MQT 01 in IEC 61215-2. Major defects include, but are not limited to, delamination or other applicable defects, as defined in the visual inspection test. The size of major defects may not exceed 5,2 mm.

If any of the test specimens do not meet these test criteria, the material shall be deemed not to have met the requirements of this document.

A test report shall be issued by the test lab to the material manufacturer. The test report shall document the results of the test, including the qualification (pass/fail) of the test material. The material manufacturer shall include the result of the qualification test in datasheet reporting and should make the qualification test result available to module manufacturers.

The test report shall apply to an encapsulant product, where no retesting is required, according to IEC TS 62915.

NOTE Specimens that do not fulfil the pass/failure criteria prior to 4 000 cumulative h of weathering can be discontinued from the test upon the agreement of the test lab and the material manufacturer. In the event of failure prior to 4 000 cumulative h, the material does not qualify for use in a PV module (fail). The measured results will be included in the test report, along with the cumulative duration used for examination.

12 Test report

A test report shall be prepared by the test agency; it shall contain the detail specification of the test specimens and shall include at least the following minimum information:

- a) a title;
- b) name and address of the test laboratory and location where the tests were carried out;
- c) unique identification of the report and of each page;
- d) name and address of client, where appropriate;
- e) description and identification of the item tested, including: specimen type; specimen thickness (and its range of variation); specimen size (length and width); the type of superstrate, encapsulant, and substrate material(s) used and their characteristics, including UV cutoff wavelength;
- f) characterization and condition of the test item, including the method and details of specimen preparation (including curing, lamination, or similar processing if applicable), conditioning used, and weathering;
- g) date of receipt of test item and date(s) of test, where appropriate;
- h) identification of test method used; including the make and model of the spectrophotometer and the integrating sphere, and the make and model of the environmental chamber;
- i) reference to sampling procedure, where relevant, including the batch number, position within the roll, processing conditions, and equipment used to make the specimens;
- j) any deviations from, additions to, or exclusions from, the test method and any other information relevant to a specific test, such as environmental conditions; and the procedure(s) and condition(s) used for weathering and any conditioning conducted prior to measurements;
- k) measurements, examinations and derived results supported by tables, graphs, sketches and photographs as appropriate including the complete set of the tabulated average transmittance values and the corresponding range of the averaged values; the estimated uncertainty of the transmittance measurement (instrument); the averaged solar-weighted transmittance of photon irradiance and the corresponding range of the averaged values; the averaged representative solar-weighted transmittance of photon irradiance and the corresponding range of the averaged values (as well as the wavelength range considered); the UV cut-off wavelength and its uncertainty; and any failures observed;
- l) the change in transmittance, yellowness index, and UV cut-off wavelength resulting from weathering as well as an assessment of the change relative to the pass/failure criteria; the results of visual inspection, relative to the pass/fail criteria;
- m) the yellowness index and its uncertainty (which should be determined after weathering in addition to its original value);
- n) the tabulated average transmittance values and corresponding characteristics and its uncertainty (averaged solar-weighted transmittance of photon irradiance, yellowness index, and UV cut-off wavelength) of the superstrate, in its unaged and weathered condition;
- o) a statement of the estimated uncertainty of the test results (where relevant); the measurement of the witness specimen (if utilized) and its deviation from its witness values. When applicable, the details of the witness specimen (such as its preparation, composition, and thickness) shall be specified;
- p) a statement describing the results of the visual inspection;

- q) a statement describing any additional visual observations, including the color, size, location, and uniformity of discoloration of weathered specimens;
- r) a signature and title, or equivalent identification of the person(s) accepting responsibility for the content of the report, and the date of issue;
- s) where relevant, a statement to the effect that the results relate only to the items tested;
- t) a statement that the report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the laboratory;
- u) other information as agreed to between the test laboratory and the customer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62788-1-7:2020

Bibliography

- [1] W. Thiemsorn, K. Keowkamnerd, S. Phanichphant, P. Suwannathada, H. Hessenkemper, Influence of glass basicity on redox interactions of iron-manganese-copper ion pairs in soda-lime-silica glass, *Glass Phys. Chem.*, 34 (2008), 19-29

IEC 60904-3, *Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data*

IEC 61730-2, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing*

IEC 62788-2 (all parts), *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62788-1-7:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	19
3 Termes et définitions	19
4 Principe	19
5 Appareillage	20
5.1 Spectrophotomètre pour le mesurage du facteur de transmission.....	20
5.2 Chambre climatique pour l'exposition aux intempéries	20
6 Éprouvettes d'essai	20
6.1 Composants des éprouvettes et considérations générales pour tous les types de matériaux.....	20
6.2 Éprouvettes d'essai pour la consignation des informations dans les fiches techniques	20
6.3 Utilisation de matériaux alternatifs pour substrat et substrat inversé	21
6.4 Éprouvettes témoins et contrôle expérimental	21
7 Procédure de mesure	22
8 Exposition aux intempéries artificielles accélérées	22
9 Calcul et expression des résultats	22
10 Procédure d'essai.....	22
11 Critères de réussite/échec	23
12 Rapport d'essai	24
Bibliographie.....	26

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62788-1-7:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROCÉDURES DE MESURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS
DANS LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES –Part 1-7: Encapsulants –
Procédure d'essai de la durabilité optique

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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62788-1-7 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

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

FDIS	Rapport de vote
82/1669/FDIS	82/1704/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 internationale.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62788, publiées sous le titre général *Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques*, peut être consultée 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 "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62788-1-7:2020

INTRODUCTION

L'IEC 61215-2 (qui traite de la qualification de la conception et de l'homologation des modules) spécifie un préconditionnement aux UV de $54 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ($15 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$), qui serait observé après ~40 jours idéalement ensoleillés avec une exposition au spectre UV AM1.5G défini dans l'IEC 60904-3. L'IEC 61730-2 spécifie actuellement 4x cette même exposition aux UV, c'est-à-dire une dose d'UV de 5 mois. Le Groupe d'études international sur l'assurance de la qualité PV (PVQAT) coordonne au niveau mondial les efforts de développement des normes de qualité et de fiabilité pour les technologies de l'énergie solaire. Ces normes permettront aux parties prenantes d'évaluer rapidement les performances et la capacité d'un module solaire photovoltaïque (PV) à résister aux intempéries, réduisant ainsi les risques et renforçant la confiance des acteurs impliqués dans le développement des produits, la conception des programmes de soutien et la définition des investissements privés. Développée en collaboration avec le groupe PVQAT, la présente partie de l'IEC 62788-1 a pour objet de compléter la qualification des modules, qui couvre généralement les problèmes de fiabilité associés à la mortalité infantile, c'est-à-dire les premiers mois d'utilisation sur le terrain. La présente partie de l'IEC 62788-1 peut également faciliter la préqualification des matériaux d'encapsulation en utilisant des éprouvettes de coupon, l'exposition aux intempéries de longue durée n'étant pas commode en pratique pour les éprouvettes de module d'assez grande taille. La présente partie de l'IEC 62788-1 utilise également de manière significative des rayonnements UV haute fidélité (par rapport au spectre lumineux solaire terrestre), dont l'application aux éprouvettes de module n'est pas commode en pratique (en raison du manque d'équipement commercial disponible et du coût d'exploitation prévisionnel). La présente partie de l'IEC 62788-1 n'est pas actuellement mentionnée dans d'autres normes pour les besoins de préqualification, mais elle peut être utilisée à cette fin par des fabricants de modules.

La présente partie de l'IEC 62788-1 ne traite pas des performances optiques (facteur de transmission) des couches avant et arrière polymérisées. Ces composants seront traités dans la IEC TS 62788-2.

PROCÉDURES DE MESURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS DANS LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES –

Part 1-7: Encapsulants – Procédure d'essai de la durabilité optique

1 Domaine d'application

L'IEC 61215-2 spécifie un ensemble d'essais de qualification qui indiquent que la conception d'un module PV est vraisemblablement exempte de défauts susceptibles d'occasionner une défaillance précoce. Cependant, l'IEC 61215-2 ne traite pas de l'usure à long terme des modules PV. La présente partie de l'IEC 62788-1 est conçue comme un essai de qualification plus rigoureux, qui utilise une exposition aux UV accélérée à température élevée destinée à déterminer si les encapsulants polymérisés peuvent présenter une perte de facteur de transmission optique. L'IEC 61215-2 comprend déjà un essai de préconditionnement aux UV (MQT 10), toutefois, les paramètres de cet essai ne représentent qu'un niveau limité d'exposition (~semaines de dose d'UV). La présente procédure d'essai concerne les éprouvettes de coupon représentatives et applique des contraintes d'une plus grande intensité (conçues par rapport à Phoenix, AZ), en utilisant un spectre de rayonnement qui est plus proche du spectre lumineux solaire terrestre et une durée d'exposition plus pertinente pour l'application PV (c'est à dire équivalente à plusieurs années d'exposition en extérieur). Cet essai quantifie la vitesse de dégradation des encapsulants de manière à pouvoir gérer le risque de perte de facteur de transmission optique des matériaux au cours du fonctionnement dans l'environnement terrestre. La corrélation quantitative entre le climat (ou le lieu d'utilisation), une application spécifique (installation de service public, installation résidentielle, montage sur toit, montage sur châssis, utilisation d'un traqueur, configuration électrique du système et son fonctionnement) et l'essai peut être établie pour chaque matériau d'encapsulation spécifique mais n'entre pas dans le domaine d'application du présent document.

La méthode présentée ici a pour objet de qualifier des encapsulants en vue de leur utilisation dans un module PV. Le présent document est destiné à couvrir les encapsulants utilisés dans les modules PV déployés dans des conditions de température d'une utilisation normale, comme cela est défini dans l'IEC TS 63126. L'utilisation de la présente méthode pour les encapsulants dans des modules déployés dans des conditions de température plus élevée est spécifiée dans d'autres documents, par exemple dans l'IEC TS 63126. La présente méthode est destinée à être utilisée pour examiner un encapsulant particulier et ne couvre pas les incompatibilités entre l'encapsulant et d'autres matériaux d'habillage. Le présent document couvre la technologie PV qui utilise un dispositif photovoltaïque constitué d'une surface incidente transparente et d'un encapsulant. La pertinence pour d'autres configurations dans lesquelles la couche d'encapsulant est placée derrière la couche du dispositif photovoltaïque, ne relève pas du domaine d'application du présent document. Dans le cas de la technologie des cellules bifaciales, le module peut accepter la lumière provenant de ses surfaces avant et arrière – le facteur de transmission d'une couche avant (le cas échéant), l'encapsulant et la couche arrière transparente (le cas échéant) sont pertinents pour les deux surfaces actives. La durabilité optique des surfaces avant et arrière est toutefois traitée séparément dans la IEC TS 62788-2. Les revêtements de faible épaisseur qui pourraient être ajoutés pour leurs caractéristiques antireflet ou antisalissure ne relèvent pas du domaine d'application du présent document. La méthode du présent document peut être utilisée à d'autres fins (par exemple, recherche et développement); de nombreuses informations détaillées concernant les utilisations alternatives de la méthode (par exemple, durées d'essai ou incréments de mesure alternatifs) ne sont pas décrites ici.

2 Références normatives

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

IEC 61215-2, *Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – Qualification de la conception et homologation – Partie 2: Procédures d'essai*

IEC 61730-1, *Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 1: Exigences pour la construction*

IEC TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols* (disponible en anglais seulement)

IEC 62788-1-4, *Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques. Partie 1-4: Encapsulants – Mesurage du facteur de transmission optique et calcul du facteur de transmission photonique à pondération solaire, de l'indice de jaunissement et de la fréquence de coupure des UV*

IEC TS 62788-7-2, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 7-2: Environmental exposures – Accelerated weathering tests of polymeric materials* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 62915, *Photovoltaic (PV) modules – Type approval, design and safety qualification – Retesting* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 63126¹, *Guidelines for qualifying PV modules, components, and materials for operation at high temperatures* (disponible en anglais seulement)

ISO 291, *Plastiques – Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*

ASTM G7, *Standard practice for atmospheric environmental exposure testing of nonmetallic materials*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC TS 61836 et de l'IEC 61730-1 s'appliquent.

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

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

4 Principe

Le facteur de transmission spectrale totale doit être quantifié à l'aide d'un spectrophotomètre équipé d'une sphère d'Ulbricht (IEC 62788-1-4). L'exposition aux intempéries artificielles doit être réalisée dans les conditions stables spécifiées d'éclairement, de température et d'humidité relative en utilisant une chambre climatique (IEC TS 62788-7-2). Les variations du facteur de

¹ En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC/DTS 63726:2019.

transmission dues à l'exposition aux intempéries doivent être quantifiées par un mesurage spectrophotométrique ultérieur. Les résultats de cet essai d'exposition aux intempéries artificielles peuvent être comparés à ceux de l'exposition aux intempéries naturelles, par exemple selon l'ASTM G7.

5 Appareillage

5.1 Spectrophotomètre pour le mesurage du facteur de transmission

Le spectrophotomètre à utiliser doit être à double faisceau ou à faisceau unique, équipé d'une sphère d'Ulbricht et conforme aux exigences de l'IEC 62788-1-4.

5.2 Chambre climatique pour l'exposition aux intempéries

Un appareillage d'exposition aux intempéries artificielles tel que spécifié dans l'IEC TS 62788-7-2 doit être utilisé. Cet appareillage doit satisfaire aux exigences de la méthode d'exposition accélérée aux intempéries artificielles spécifiée, par exemple, la méthode A3 de l'IEC TS 62788-7-2.

6 Éprouvettes d'essai

6.1 Composants des éprouvettes et considérations générales pour tous les types de matériaux

Les éprouvettes doivent être construites dans le respect de la configuration, de la méthodologie et du nombre d'échantillons reproduits pour les éprouvettes d'essai pour l'exposition aux intempéries, comme spécifié dans l'IEC 62788-1-4.

Le verre de silice doit être utilisé pour les éprouvettes d'encapsulants afin de normaliser les résultats de durabilité à consigner sur la fiche technique. Le verre de silice peut être utilisé pour obtenir les résultats d'exposition aux intempéries les plus défavorables, c'est-à-dire les plus accélérés, car il transmet entièrement les UV. La silice doit satisfaire aux exigences de l'IEC 62788-1-4.

Pour limiter la propagation des dommages localisés causés par les intempéries parmi les éprouvettes, il convient de marquer les éprouvettes concernées (avec un numéro de série ou un autre identificateur) du côté opposé au rayonnement incident. En raison de la nature agressive de la combinaison des facteurs de contrainte appliqués pendant l'exposition aux intempéries artificielles, il est recommandé de procéder au marquage en gravant physiquement le substrat.

Toutes les éprouvettes doivent être stratifiées ou traitées d'une manière similaire à celle utilisée pour la fabrication des modules PV.

6.2 Éprouvettes d'essai pour la consignation des informations dans les fiches techniques

Les éprouvettes d'encapsulants doivent être constituées de coupons verre/encapsulant/verre comme spécifié dans l'IEC 62788-1-4.

Certaines configurations de modules sont construites en utilisant un encapsulant avant séparé (qui est transparent aux UV) et un encapsulant arrière (qui n'est pas transparent aux UV). La durabilité de chaque matériau d'encapsulation doit être examinée séparément en utilisant des coupons distincts contenant chaque matériau spécifique.

6.3 Utilisation de matériaux alternatifs pour substrat et substrat inversé

Pour les besoins de la recherche et du développement, d'autres matériaux, y compris le verre photovoltaïque et l'encapsulant d'affaiblissement des UV, peuvent être utilisés pour les éprouvettes de coupon. L'essai peut révéler une dégradation spécifique à un matériau, en particulier lorsque du verre et/ou des encapsulants sont utilisés.

Le verre photovoltaïque peut servir à réaliser une exposition aux intempéries plus représentative de ce qui est observé dans un module PV. Le verre photovoltaïque ne doit toutefois pas être utilisé pour la consignation d'informations sur la fiche technique. Si le verre utilisé pour le substrat inversé n'est pas en silice, il convient que son facteur de transmission soit similaire à celui du substrat inversé fabriqué. Dans le cas d'éprouvettes représentatives d'un module, le verre utilisé pour l'exposition aux intempéries doit avoir un facteur de transmission à pondération solaire supérieur ou égal à celui du verre utilisé dans les modules PV entre la longueur d'onde de coupure des UV et 400 nm. Le verre représentatif utilisé pour l'exposition aux intempéries doit également avoir une longueur d'onde initiale de coupure des UV égale à $\pm 2,5$ nm celle du verre utilisé dans les modules PV, par exemple, le même verre provenant du même fabricant. Si des tolérances du fabricant relatives à la longueur d'onde de coupure des UV et au facteur de transmission à pondération solaire sont disponibles pour les lots fabriqués de verres photovoltaïques utilisés pour les éprouvettes d'essai, alors il convient d'utiliser ces tolérances à la place des limites susmentionnées.

Dans le cas de modules utilisant une couche avant polymérisée ou un substrat inversé polymérisé qui n'est pas composé de verre, le matériau du substrat inversé peut être utilisé à la place du verre dans les coupons d'encapsulant pour l'exposition aux intempéries. Il est recommandé de vérifier que le facteur de transmission à pondération solaire du substrat inversé est supérieur ou égal à celui du substrat inversé utilisé dans les modules PV entre la longueur d'onde de coupure des UV et 400 nm. Le substrat inversé utilisé pour l'exposition aux intempéries doit également avoir une longueur d'onde initiale de coupure des UV égale à $\pm 2,5$ nm celle du substrat inversé utilisé dans les modules PV, par exemple, le même matériau de substrat inversé provenant du même fabricant. Si des tolérances du fabricant relatives à la longueur d'onde de coupure des UV et au facteur de transmission à pondération solaire sont disponibles pour les lots fabriqués de matériaux de substrat inversé utilisés pour les éprouvettes d'essai, il convient alors d'utiliser ces tolérances à la place des limites susmentionnées.

Dans la mesure où les caractéristiques optiques d'un verre ou d'un substrat inversé polymérisé peuvent être affectées par les intempéries (par exemple, solarisation du verre [1]² ou décoloration des matériaux polymérisés), il est conseillé d'inclure des éprouvettes de référence du verre ou du matériau de substrat inversé pour l'exposition aux intempéries, si la stabilité du matériau du substrat inversé n'est pas connue. Pour les matériaux du substrat ou du substrat inversé qui sont connus pour être sensibles à la solarisation, il est conseillé de leur faire subir une solarisation artificielle avant la constitution des éprouvettes d'essai.

6.4 Éprouvettes témoins et contrôle expérimental

Le mesurage des éprouvettes témoins, tel que décrit dans l'IEC 62788-1-4, doit être utilisé pour vérifier les mesurages au cours de chaque session de mesure. Les mesurages de contrôle doivent être réalisés au début et à la fin de chaque session de mesure. Ils peuvent aussi être réalisés à un autre moment pendant la session de mesure. Il convient de comparer les mesurages de contrôle pour quantifier et corriger la dérive du spectrophotomètre due aux intempéries.

² Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

7 Procédure de mesure

Les mesurages du facteur de transmission doivent être réalisés comme cela est spécifié dans l'IEC 62788-1-4, y compris la mise en équilibre de la ou des lampes du spectrophotomètre, l'établissement des données de base de l'instrument et l'utilisation d'éprouvettes témoins. Les éprouvettes à substrat inversé imperméable (par exemple, en verre) doivent être conditionnées avant de procéder aux mesurages optiques spécifiés dans l'ISO 291, classe 2, par exemple à $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(50 \pm 10) \%$ HR pendant au moins 15 min pour atteindre l'équilibre thermique. Les éprouvettes à substrat inversé perméable (par exemple, avec couche avant polymérisée) doivent être conditionnées avant de procéder aux mesurages optiques spécifiés dans l'ISO 291, classe 2, par exemple à $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(50 \pm 10) \%$ HR pendant au moins 24 h pour atteindre l'équilibre d'humidité. Dans la mesure où le facteur de transmission à de courtes longueurs d'onde peut être utilisé pour diagnostiquer les effets de l'exposition aux intempéries, il est recommandé d'effectuer les mesurages du facteur de transmission dans la plage comprise entre 200 nm et 2 500 nm.

8 Exposition aux intempéries artificielles accélérées

Dans le cas des encapsulants utilisés dans les modules PV déployés dans des conditions de température d'utilisation normale, l'exposition aux intempéries artificielles accélérées doit être réalisée conformément à la méthode A3 de l'IEC TS 62788-7-2. Dans le cas des encapsulants des modules déployés dans des conditions de température plus élevée, l'exposition aux intempéries doit être réalisée conformément à l'IEC TS 63126.

NOTE Les détails des conditions d'essai dans l'IEC TS 62788-7-2, y compris: l'éclairement; la température de l'air de la chambre; la température du panneau noir, et l'humidité relative de la chambre sont spécifiées ici en tant que référence dans le cadre de l'élaboration de l'IEC 62788-1-7. Des détails incluant l'objet des conditions d'essai sont également fournis dans le présent document pour faciliter l'élaboration de l'IEC 62788-1-7. Tous ces détails seront toutefois supprimés de la version finale de l'IEC 62788-1-7 car leur fait de les spécifier uniquement dans l'IEC TS 62788-7-2 évitera toute confusion dans la mesure où les deux documents feront l'objet de révision à l'avenir.

IEC TS 62788-7-2, méthode A3: éclairement de $0,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$, contrôlé à 340 nm; température de l'air de la chambre $65 ^\circ\text{C}$ avec une température du panneau noir de $90 ^\circ\text{C}$ et une humidité relative de la chambre de 20 %.

Les éprouvettes doivent être conditionnées avant d'être exposées aux intempéries, comme spécifié dans l'IEC TS 62788-7-2.

9 Calcul et expression des résultats

Les résultats et leur incertitude correspondante doivent être calculés à partir des mesurages du facteur de transmission, y compris le facteur de transmission à pondération solaire, le facteur de transmission à pondération solaire représentatif (facteur de transmission à pondération solaire de l'éclairement photonique transmis sur toute la plage du spectre lumineux utilisé par un dispositif PV représentatif, tel que défini dans l'IEC 62788-1-4), l'indice de jaunissement et la longueur d'onde de coupure des UV, selon l'IEC 62788-1-4. Les valeurs initiales des caractéristiques et la modification de leurs performances à l'issue de l'exposition aux intempéries UV doivent être consignées.

10 Procédure d'essai

La séquence d'essai suivante doit être appliquée:

- Fabrication et préparation des éprouvettes (comme dans l'IEC 62788-1-4).
- Examen visuel (IEC 61215-2, MQT 01).
- Conditionnement des éprouvettes pour le mesurage (comme dans l'IEC 62788-1-4 ou l'ISO 291 classe 2).