IEC 62788-5-1

Edition 1.1 2022-01
CONSOLIDATED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 5-1: Edge seals – Suggested test methods for use with edge seal materials

Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques – Partie 5-1: Joints d'étanchéité périphériques – Méthodes d'essai suggérées pour l'utilisation des matériaux de joints d'étanchéité périphériques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-1075-3

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

IEC 62788-5-1

Edition 1.1 2022-01
CONSOLIDATED VERSION

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 5-1: Edge seals – Suggested test methods for use with edge seal materials

Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques –
Partie 5-1: Joints d'étanchéité périphériques – Méthodes d'essai suggérées pour l'utilisation des matériaux de joints d'étanchéité périphériques



IEC 62788-5-1:2020-03+AMD1:2022-01 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 3
1 Scope 5
2 Normative references 5
3 Terms, definitions and symbols 6
3.1 Terms and definitions 7
3.2 Symbols 7
4 Recommended tests 7
4.1 General 7
4.2 Moisture permeation properties 7
4.2.1 Moisture breakthrough time 7
4.2.2 Fickian materials 8
4.2.3 Non-Fickian materials 8
4.3 Electrical properties 8
4.3.1 Dielectric strength of the film 8
4.3.2 Volume resistivity 9
4.3.3 Comparative tracking index 9
4.4 Adhesion test~~ing~~ 9
4.4.1 General 9
4.4.2 Lap shear strength 9
4.4.3 “T” peel test 10
4.4.4 90° peel test 11
4.4.6 180° peel test 11
4.4.5 Butt joint test 11
4.5 Durability of the materials 12
4.5.1 Relative thermal endurance 12
4.5.2 Dielectric strength degradation 13
4.5.3 Accelerated stress testing 13
4.6 Flame resistance 15
4.7 Coefficient of thermal expansion 15
4.8 Rheological properties 15
4.8.1 Complex shear modulus 15
4.8.2 Melt flow rate 15
4.9 Other data 16
5 Test report 16
Bibliography 17

Figure 1 – Lap shear test sample for proving cemented joint 10
Figure 2 –Photograph (a)) and schematic (b)) of a z-tensile adhesion test specimen 12
Figure 3 – Schematic of test structure for RTI or RTE dielectric durability testing 13
Figure 4 – Test flow for cemented joint evaluation 14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

MEASUREMENT PROCEDURES FOR MATERIALS USED IN PHOTOVOLTAIC MODULES –

Part 5-1: Edge seals – Suggested test methods for use with edge seal materials

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 62788-5-1 edition 1.1 contains the first edition (2020-03) [documents 82/1658/FDIS and 82/1689/RVD] and its amendment 1 (2022-01) [documents 82/1973/FDIS and 82/1991/RVD].

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

International Standard IEC 62788-5-1 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

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 the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under webstore.iec.ch in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

MEASUREMENT PROCEDURES FOR MATERIALS USED IN PHOTOVOLTAIC MODULES –

Part 5-1: Edge seals – Suggested test methods for use with edge seal materials

1 Scope

This part of IEC 62788 provides procedures for standardized test methods for evaluating the properties of materials designed to be used as edge seals. When modules are constructed with impermeable (or extremely low permeability) front- and backsheets designed to protect moisture-sensitive photovoltaic (PV) materials, there is still the possibility for moisture to get in from the sides. This moisture ingress pathway can be restricted by using a low-diffusivity material around the perimeter of a module between the impermeable front- and backsheets. Alternatively, it can be desirable to use a low-diffusivity encapsulant, which may significantly reduce moisture ingress over the lifetime of the module, and to evaluate it in a similar way to an edge seal material.

In addition to restricting moisture ingress, edge seal materials also provide electrical insulation. To perform these functions, edge seal materials are relied upon to adhere well.

The test methods described in this document are intended to be used to standardize the way edge seals are evaluated. The use of tests in this document does not evaluate compatibility with other materials or appropriateness for a given technology. Only some of these tests are applied for IEC 61215 and IEC 61730, and that status depends on the specific design. It is not required that all of these tests be performed, but that if these measurements are made that they be performed as outlined 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 60112, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60243-1~~:2013~~, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60243-2~~:2013~~, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 2: Additional requirements for tests using direct voltage*

IEC 60216-5, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 61730-2:2016, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing*

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

IEC 62788-1-2, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 1-2: Encapsulants – Measurement of volume resistivity of photovoltaic encapsulants and other polymeric materials*

IEC TS 62788-2:2017, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 2: Polymeric materials – Frontsheets and backsheets*

IEC 62788-6-2, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 6-2: General Tests – Moisture permeation testing with polymeric materials*

ISO 62, *Plastics – Determination of water absorption*

ISO 1133-1, *Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics – Part 1: Standard method*

ISO 4587, *Adhesives – Determination of tensile lap-shear strength of rigid-to-rigid bonded assemblies*

ISO 6721-6, *Plastics – Determination of dynamic mechanical properties – Part 6: Shear vibration – Non-resonance method*

ISO 11359-2, *Plastics – Thermomechanical analysis (TMA) – Part 2: Determination of coefficient of linear thermal expansion and glass transition temperature*

ISO 11443, *Plastics – Determination of the fluidity of plastics using capillary and slit-die rheometers*

ISO 15512, *Plastics – Determination of water content*

UL 746B, *Polymeric materials – Long term property evaluations*

UL 746C, *Polymeric materials – Use in electrical equipment evaluations*

ASTM D3835–08, *Standard test methods determination of properties of polymeric materials by means of a capillary rheometer*

ASTM D6869–03, *Standard test method for coulometric and volumetric determination of moisture in plastics using the Karl Fischer reaction (the reaction of iodine with water)*

ASTM D7191–10, *Standard test method for determination of moisture in plastics by relative humidity sensor*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 19
1 Domaine d'application 21
2 Références normatives 21
3 Termes, définitions et symboles 23
3.1 Termes et définitions 23
3.2 Symboles 23
4 Essais recommandés 24
4.1 Généralités 24
4.2 Propriétés de perméation à l'humidité 24
4.2.1 Temps d'infiltration de l'humidité 24
4.2.2 Matériaux fickiens 24
4.2.3 Matériaux non fickiens 24
4.3 Propriétés électriques 25
4.3.1 Rigidité diélectrique du film 25
4.3.2 Résistivité transversale 25
4.3.3 Indice de résistance au cheminement 25
4.4 Essais d'adhérence 26
4.4.1 Généralités 26
4.4.2 Résistance au cisaillement longitudinal 26
4.4.3 Essai de pelage "T" 27
4.4.4 Essai de pelage à 90° 27
4.4.6 Essai de pelage à 180° 27
4.4.5 Essai d'assemblage bout à bout 27
4.5 Durabilité des matériaux 29
4.5.1 Endurance thermique relative 29
4.5.2 Dégradation de la rigidité diélectrique 29
4.5.3 Essais accélérés de contraintes 30
4.6 Résistance aux flammes 32
4.7 Coefficient de dilatation thermique 32
4.8 Propriétés rhéologiques 32
4.8.1 Module complexe en cisaillement 32
4.8.2 Indice de fluidité à chaud 32
4.9 Autres données 33
5 Rapport d'essai 33
Bibliographie 34

Figure 1 – Échantillon pour l'essai de cisaillement longitudinal appliqué au joint collé 26
Figure 2 – Photographie (a)) et schéma (b)) d'une éprouvette d'essai à adhérence par traction z 29
Figure 3 – Schéma de structure d'essai pour les essais de durabilité diélectrique avec IRT ou RTE 30
Figure 4 – Séquence d'essai pour l'évaluation des joints collés 31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

PROCÉDURES DE MESURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS DANS LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES –

Partie 5-1: Joints d'étanchéité périphériques – Méthodes d'essai suggérées pour l'utilisation des matériaux de joints d'étanchéité périphériques

AVANT-PROPOS

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

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 62788-5-1édition 1.1 contient la première édition (2020-03) [documents 82/1658/FDIS et 82/1689/RVD] et son amendement 1 (2022-01) [documents 82/1973/FDIS et 82/1991/RVD].

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

La Norme internationale IEC 62788-5-1 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

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 la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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

PROCÉDURES DE MESURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS DANS LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES –

Partie 5-1: Joints d'étanchéité périphériques – Méthodes d'essai suggérées pour l'utilisation des matériaux de joints d'étanchéité périphériques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62788 fournit des procédures de méthodes normalisées d'essai pour l'évaluation des propriétés des matériaux destinés à être utilisés comme joints d'étanchéité périphériques. Lorsque les modules sont constitués de couches avant et de couches arrière imperméables (ou à très faible perméabilité) afin de protéger les matériaux photovoltaïques (PV) sensibles à l'humidité, il est tout de même possible que l'humidité s'infiltre par les côtés. Cette voie de pénétration de l'humidité peut être limitée par l'utilisation d'un matériau à faible diffusivité autour du périmètre d'un module situé entre la couche avant imperméable et la couche arrière imperméable. En variante, il peut être souhaitable d'utiliser un encapsulant à faible diffusivité permettant de réduire de manière significative l'infiltration d'humidité au cours de la durée de vie du module, et d'évaluer cet encapsulant comme s'il s'agissait d'un matériau de joint d'étanchéité périphérique.

En plus de la limitation de l'infiltration d'humidité, les matériaux de joints d'étanchéité périphériques assurent une isolation électrique. Pour remplir ces fonctions, on compte sur le fait que les matériaux de joints d'étanchéité périphériques restent bien collés.

Les méthodes d'essai décrites dans le présent document sont destinées à être utilisées pour normaliser la manière d'évaluer les joints d'étanchéité périphériques. L'utilisation des essais dans le présent document n'évalue pas la compatibilité avec d'autres matériaux ni l'adéquation avec une technologie donnée. Seuls certains de ces essais sont effectués pour l'IEC 61215 et l'IEC 61730, ce statut étant dépendant de la conception spécifique. Il n'est pas exigé d'effectuer tous ces essais; mais si ces mesurages sont effectués, il est exigé de les réaliser comme indiqué dans le présent document.

2 Références normatives

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

IEC 60112, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

IEC 60243-1~~:2013~~, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

IEC 60243-2~~:2013~~, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 2: Exigences complémentaires pour les essais à tension continue*

IEC 60216-5, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant*

IEC 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

IEC 61730-2:2016, *Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 2: Exigences pour les essais*

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

IEC 62788-1-2, *Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques – Partie 1-2: Encapsulants – Mesurage de la résistivité transversale des encapsulants photovoltaïques et autres matériaux polymères*

IEC TS 62788-2:2017, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 2: Polymeric materials – Frontsheets and backsheets* (disponible en anglais seulement)

IEC 62788-6-2, P*rocédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques – Partie 6-2: Essais génériques – Essais de perméation à l'humidité avec des matériaux polymères*

ISO 62, *Plastiques – Détermination de l'absorption d'eau*

ISO 1133-1, *Plastiques – Détermination de l'indice de fluidité à chaud des thermoplastiques, en masse (MFR) et en volume (MVR) – Partie 1: Méthode normale*

ISO 4587, *Adhésifs — Détermination de la résistance au cisaillement d'assemblages collés rigide sur rigide à recouvrement simple*

ISO 6721-6, *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques —Partie 6: Vibration en cisaillement — Méthode hors résonance*

ISO 11359-2, *Plastiques – Analyse thermomécanique (TMA) – Partie 2: Détermination du coefficient de dilatation thermique linéique et de la température de transition vitreuse*

ISO 11443, *Plastiques — Détermination de la fluidité au moyen de rhéomètres équipés d'une filière capillaire ou plat*

ISO 15512, *Plastiques – Dosage de l'eau*

UL 746B, *Polymeric materials – Long term property evaluations*

UL 746C, *Polymeric materials – Use in electrical equipment evaluations*

ASTM D3835-08, *Standard test methods determination of properties of polymeric materials by means of a capillary rheometer*

ASTM D6869–03, *Standard test method for coulometric and volumetric determination of moisture in plastics using the Karl Fischer reaction (the reaction of iodine with water)*

ASTM D7191-10, *Standard test method for determination of moisture in plastics by relative humidity sensor*

IEC 62788-5-1

Edition 1.1 2022-01
CONSOLIDATED VERSION

FINAL VERSION

VERSION FINALE

colour inside

Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 5-1: Edge seals – Suggested test methods for use with edge seal materials

Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques –
Partie 5-1: Joints d'étanchéité périphériques – Méthodes d'essai suggérées pour l'utilisation des matériaux de joints d'étanchéité périphériques



IEC 62788-5-1:2020-03+AMD1:2022-01 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 3
1 Scope 5
2 Normative references 5
3 Terms, definitions and symbols 6
3.1 Terms and definitions 7
3.2 Symbols 7
4 Recommended tests 7
4.1 General 7
4.2 Moisture permeation properties 7
4.2.1 Moisture breakthrough time 7
4.2.2 Fickian materials 8
4.2.3 Non-Fickian materials 8
4.3 Electrical properties 8
4.3.1 Dielectric strength of the film 8
4.3.2 Volume resistivity 8
4.3.3 Comparative tracking index 9
4.4 Adhesion test 9
4.4.1 General 9
4.4.2 Lap shear strength 9
4.4.3 “T” peel test 10
4.4.4 90° peel test 10
4.4.6 180° peel test 10
4.4.5 Butt joint test 10
4.5 Durability of the materials 12
4.5.1 Relative thermal endurance 12
4.5.2 Dielectric strength degradation 12
4.5.3 Accelerated stress testing 13
4.6 Flame resistance 15
4.7 Coefficient of thermal expansion 15
4.8 Rheological properties 15
4.8.1 Complex shear modulus 15
4.8.2 Melt flow rate 15
4.9 Other data 15
5 Test report 15
Bibliography 17

Figure 1 – Lap shear test sample for proving cemented joint 10
Figure 2 –Photograph (a)) and schematic (b)) of a z-tensile adhesion test specimen 12
Figure 3 – Schematic of test structure for RTI or RTE dielectric durability testing 13
Figure 4 – Test flow for cemented joint evaluation 14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

MEASUREMENT PROCEDURES FOR MATERIALS USED IN PHOTOVOLTAIC MODULES –

Part 5-1: Edge seals – Suggested test methods for use with edge seal materials

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 62788-5-1 edition 1.1 contains the first edition (2020-03) [documents 82/1658/FDIS and 82/1689/RVD] and its amendment 1 (2022-01) [documents 82/1973/FDIS and 82/1991/RVD].

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

International Standard IEC 62788-5-1 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

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 the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under webstore.iec.ch in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

MEASUREMENT PROCEDURES FOR MATERIALS USED IN PHOTOVOLTAIC MODULES –

Part 5-1: Edge seals – Suggested test methods for use with edge seal materials

1 Scope

This part of IEC 62788 provides procedures for standardized test methods for evaluating the properties of materials designed to be used as edge seals. When modules are constructed with impermeable (or extremely low permeability) front- and backsheets designed to protect moisture-sensitive photovoltaic (PV) materials, there is still the possibility for moisture to get in from the sides. This moisture ingress pathway can be restricted by using a low-diffusivity material around the perimeter of a module between the impermeable front- and backsheets. Alternatively, it can be desirable to use a low-diffusivity encapsulant, which may significantly reduce moisture ingress over the lifetime of the module, and to evaluate it in a similar way to an edge seal material.

In addition to restricting moisture ingress, edge seal materials also provide electrical insulation. To perform these functions, edge seal materials are relied upon to adhere well.

The test methods described in this document are intended to be used to standardize the way edge seals are evaluated. The use of tests in this document does not evaluate compatibility with other materials or appropriateness for a given technology. Only some of these tests are applied for IEC 61215 and IEC 61730, and that status depends on the specific design. It is not required that all of these tests be performed, but that if these measurements are made that they be performed as outlined 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 60112, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60243-1, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60243-2, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 2: Additional requirements for tests using direct voltage*

IEC 60216-5, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 61730-2:2016, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing*

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

IEC 62788-1-2, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 1-2: Encapsulants – Measurement of volume resistivity of photovoltaic encapsulants and other polymeric materials*

IEC TS 62788-2:2017, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 2: Polymeric materials – Frontsheets and backsheets*

IEC 62788-6-2, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 6-2: General Tests – Moisture permeation testing with polymeric materials*

ISO 62, *Plastics – Determination of water absorption*

ISO 1133-1, *Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics – Part 1: Standard method*

ISO 4587, *Adhesives – Determination of tensile lap-shear strength of rigid-to-rigid bonded assemblies*

ISO 6721-6, *Plastics – Determination of dynamic mechanical properties – Part 6: Shear vibration – Non-resonance method*

ISO 11359-2, *Plastics – Thermomechanical analysis (TMA) – Part 2: Determination of coefficient of linear thermal expansion and glass transition temperature*

ISO 11443, *Plastics – Determination of the fluidity of plastics using capillary and slit-die rheometers*

ISO 15512, *Plastics – Determination of water content*

UL 746B, *Polymeric materials – Long term property evaluations*

UL 746C, *Polymeric materials – Use in electrical equipment evaluations*

ASTM D3835–08, *Standard test methods determination of properties of polymeric materials by means of a capillary rheometer*

ASTM D6869–03, *Standard test method for coulometric and volumetric determination of moisture in plastics using the Karl Fischer reaction (the reaction of iodine with water)*

ASTM D7191–10, *Standard test method for determination of moisture in plastics by relative humidity sensor*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 19
1 Domaine d'application 21
2 Références normatives 21
3 Termes, définitions et symboles 23
3.1 Termes et définitions 23
3.2 Symboles 23
4 Essais recommandés 24
4.1 Généralités 24
4.2 Propriétés de perméation à l'humidité 24
4.2.1 Temps d'infiltration de l'humidité 24
4.2.2 Matériaux fickiens 24
4.2.3 Matériaux non fickiens 24
4.3 Propriétés électriques 25
4.3.1 Rigidité diélectrique du film 25
4.3.2 Résistivité transversale 25
4.3.3 Indice de résistance au cheminement 25
4.4 Essais d'adhérence 25
4.4.1 Généralités 25
4.4.2 Résistance au cisaillement longitudinal 25
4.4.3 Essai de pelage "T" 26
4.4.4 Essai de pelage à 90° 27
4.4.6 Essai de pelage à 180° 27
4.4.5 Essai d'assemblage bout à bout 27
4.5 Durabilité des matériaux 29
4.5.1 Endurance thermique relative 29
4.5.2 Dégradation de la rigidité diélectrique 29
4.5.3 Essais accélérés de contraintes 29
4.6 Résistance aux flammes 31
4.7 Coefficient de dilatation thermique 31
4.8 Propriétés rhéologiques 31
4.8.1 Module complexe en cisaillement 31
4.8.2 Indice de fluidité à chaud 31
4.9 Autres données 31
5 Rapport d'essai 32
Bibliographie 33

Figure 1 – Échantillon pour l'essai de cisaillement longitudinal appliqué au joint collé 26
Figure 2 – Photographie (a)) et schéma (b)) d'une éprouvette d'essai à adhérence par traction z 28
Figure 3 – Schéma de structure d'essai pour les essais de durabilité diélectrique avec IRT ou RTE 29
Figure 4 – Séquence d'essai pour l'évaluation des joints collés 30

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

PROCÉDURES DE MESURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS DANS LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES –

Partie 5-1: Joints d'étanchéité périphériques – Méthodes d'essai suggérées pour l'utilisation des matériaux de joints d'étanchéité périphériques

AVANT-PROPOS

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

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 62788-5-1édition 1.1 contient la première édition (2020-03) [documents 82/1658/FDIS et 82/1689/RVD] et son amendement 1 (2022-01) [documents 82/1973/FDIS et 82/1991/RVD].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62788-5-1 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

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 la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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

PROCÉDURES DE MESURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS DANS LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES –

Partie 5-1: Joints d'étanchéité périphériques – Méthodes d'essai suggérées pour l'utilisation des matériaux de joints d'étanchéité périphériques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62788 fournit des procédures de méthodes normalisées d'essai pour l'évaluation des propriétés des matériaux destinés à être utilisés comme joints d'étanchéité périphériques. Lorsque les modules sont constitués de couches avant et de couches arrière imperméables (ou à très faible perméabilité) afin de protéger les matériaux photovoltaïques (PV) sensibles à l'humidité, il est tout de même possible que l'humidité s'infiltre par les côtés. Cette voie de pénétration de l'humidité peut être limitée par l'utilisation d'un matériau à faible diffusivité autour du périmètre d'un module situé entre la couche avant imperméable et la couche arrière imperméable. En variante, il peut être souhaitable d'utiliser un encapsulant à faible diffusivité permettant de réduire de manière significative l'infiltration d'humidité au cours de la durée de vie du module, et d'évaluer cet encapsulant comme s'il s'agissait d'un matériau de joint d'étanchéité périphérique.

En plus de la limitation de l'infiltration d'humidité, les matériaux de joints d'étanchéité périphériques assurent une isolation électrique. Pour remplir ces fonctions, on compte sur le fait que les matériaux de joints d'étanchéité périphériques restent bien collés.

Les méthodes d'essai décrites dans le présent document sont destinées à être utilisées pour normaliser la manière d'évaluer les joints d'étanchéité périphériques. L'utilisation des essais dans le présent document n'évalue pas la compatibilité avec d'autres matériaux ni l'adéquation avec une technologie donnée. Seuls certains de ces essais sont effectués pour l'IEC 61215 et l'IEC 61730, ce statut étant dépendant de la conception spécifique. Il n'est pas exigé d'effectuer tous ces essais; mais si ces mesurages sont effectués, il est exigé de les réaliser comme indiqué dans le présent document.

2 Références normatives

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

IEC 60112, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

IEC 60243-1, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

IEC 60243-2, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 2: Exigences complémentaires pour les essais à tension continue*

IEC 60216-5, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant*

IEC 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

IEC 61730-2:2016, *Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 2: Exigences pour les essais*

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

IEC 62788-1-2, *Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques – Partie 1-2: Encapsulants – Mesurage de la résistivité transversale des encapsulants photovoltaïques et autres matériaux polymères*

IEC TS 62788-2:2017, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 2: Polymeric materials – Frontsheets and backsheets* (disponible en anglais seulement)

IEC 62788-6-2, P*rocédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques – Partie 6-2: Essais génériques – Essais de perméation à l'humidité avec des matériaux polymères*

ISO 62, *Plastiques – Détermination de l'absorption d'eau*

ISO 1133-1, *Plastiques – Détermination de l'indice de fluidité à chaud des thermoplastiques, en masse (MFR) et en volume (MVR) – Partie 1: Méthode normale*

ISO 4587, *Adhésifs — Détermination de la résistance au cisaillement d'assemblages collés rigide sur rigide à recouvrement simple*

ISO 6721-6, *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques —Partie 6: Vibration en cisaillement — Méthode hors résonance*

ISO 11359-2, *Plastiques – Analyse thermomécanique (TMA) – Partie 2: Détermination du coefficient de dilatation thermique linéique et de la température de transition vitreuse*

ISO 11443, *Plastiques — Détermination de la fluidité au moyen de rhéomètres équipés d'une filière capillaire ou plat*

ISO 15512, *Plastiques – Dosage de l'eau*

UL 746B, *Polymeric materials – Long term property evaluations*

UL 746C, *Polymeric materials – Use in electrical equipment evaluations*

ASTM D3835-08, *Standard test methods determination of properties of polymeric materials by means of a capillary rheometer*

ASTM D6869–03, *Standard test method for coulometric and volumetric determination of moisture in plastics using the Karl Fischer reaction (the reaction of iodine with water)*

ASTM D7191-10, *Standard test method for determination of moisture in plastics by relative humidity sensor*