



IEC 61730-2

Edition 3.0 2023-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Photovoltaic (PV) module safety qualification –
Part 2: Requirements for testing**

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-7217-6

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	11
4 Test categories.....	11
4.1 General.....	11
4.2 Environmental stress tests	11
4.3 General inspection tests	12
4.4 Electrical shock hazard tests.....	12
4.5 Fire hazard tests.....	12
4.6 Mechanical stress tests.....	13
5 Classes and their necessary test procedures	13
6 Sampling	15
7 Test report.....	15
8 Testing	16
9 Pass criteria	18
10 Test procedures	18
10.1 General.....	18
10.2 Visual inspection MST 01.....	18
10.2.1 Purpose.....	18
10.2.2 Procedure.....	18
10.2.3 Pass criteria	18
10.3 Performance at STC MST 02	20
10.3.1 Purpose.....	20
10.3.2 Procedure.....	20
10.3.3 Pass criteria	20
10.4 Maximum power determination MST 03.....	21
10.4.1 Purpose.....	21
10.4.2 Procedure.....	21
10.4.3 Pass criteria	21
10.5 Insulation thickness test MST 04.....	21
10.5.1 Purpose.....	21
10.5.2 Procedure.....	21
10.5.3 Pass criteria	21
10.6 Durability of markings MST 05	22
10.7 Sharp edge test MST 06	22
10.7.1 Purpose.....	22
10.7.2 Apparatus.....	22
10.7.3 Procedure.....	23
10.7.4 Final measurements	24
10.7.5 Pass criteria	24
10.8 Bypass diode functionality test MST 07	24
10.9 Accessibility test MST 11	24
10.9.1 Purpose.....	24
10.9.2 Apparatus.....	24
10.9.3 Procedure.....	24

10.9.4	Final measurements	25
10.9.5	Pass criteria	25
10.10	Cut susceptibility test MST 12	25
10.10.1	Purpose	25
10.10.2	Apparatus	25
10.10.3	Procedure	25
10.10.4	Final measurements	26
10.10.5	Pass criteria	26
10.11	Continuity test of equipotential bonding MST 13	27
10.11.1	Purpose	27
10.11.2	Apparatus	27
10.11.3	Procedure	27
10.11.4	Final measurements	27
10.11.5	Pass criteria	27
10.12	Impulse voltage test MST 14	27
10.12.1	Purpose	27
10.12.2	Apparatus	28
10.12.3	Procedure	28
10.12.4	Final measurement	29
10.12.5	Pass criteria	29
10.13	Insulation test MST 16	29
10.14	Wet leakage current test MST 17	29
10.15	Placeholder section, formerly Temperature test MST 21	29
10.16	Hot-spot endurance test MST 22	29
10.17	Fire test MST 23	30
10.18	Ignitability test MST 24	30
10.18.1	Purpose	30
10.18.2	Apparatus	30
10.18.3	Test specimen	31
10.18.4	Conditioning	31
10.18.5	Procedure	31
10.18.6	Duration of test	34
10.18.7	Expression of results	34
10.18.8	Pass criteria	34
10.19	Bypass diode thermal test MST 25	34
10.20	Reverse current overload test MST 26	34
10.20.1	Purpose	34
10.20.2	Apparatus	34
10.20.3	Procedure	35
10.20.4	Pass criteria	35
10.21	Module breakage test MST 32	36
10.21.1	Purpose	36
10.21.2	Apparatus	36
10.21.3	Procedure	36
10.21.4	Pass criteria	36
10.22	Screw connections test MST 33	39
10.22.1	Test for general screw connections MST 33a	39
10.22.2	Test for locking screws MST 33b	41
10.23	Static mechanical load test MST 34	41

10.23.1	General	41
10.23.2	Pass criteria	41
10.24	Peel test MST 35	41
10.24.1	Purpose	41
10.24.2	Sample requirements	41
10.24.3	Apparatus	42
10.24.4	Procedure	42
10.24.5	Pass criteria	45
10.25	Lap shear strength test MST 36	45
10.25.1	Purpose	45
10.25.2	Test samples	45
10.25.3	Apparatus	46
10.25.4	Procedure	46
10.25.5	Pass criteria	47
10.26	Materials creep test MST 37	48
10.26.1	Purpose	48
10.26.2	Apparatus	48
10.26.3	Procedure	48
10.26.4	Final measurements	48
10.26.5	Pass criteria	48
10.27	Robustness of terminations test MST 42	48
10.28	Thermal cycling test MST 51	49
10.29	Humidity freeze test MST 52	49
10.30	Damp heat test MST 53	49
10.31	UV test MST 54	49
10.32	Cold conditioning test MST 55	49
10.32.1	Purpose	49
10.32.2	Apparatus	49
10.32.3	Procedure	50
10.32.4	Pass criteria	50
10.33	Dry heat conditioning test MST 56	50
10.33.1	Purpose	50
10.33.2	Apparatus	50
10.33.3	Procedure	50
10.33.4	Pass criteria	50
10.34	Evaluation of insulation coordination MST 57	50
10.34.1	Purpose	50
10.34.2	Apparatus	51
10.34.3	Procedure	51
10.34.4	Pass criteria	54
Annex A (informative)	Recommendations for testing of PV modules from production	55
A.1	General	55
A.2	Module output power	55
A.3	Wet insulation test	55
A.4	Visual inspection	56
A.5	Bypass diodes	56
A.6	Continuity test of equipotential bonding	56
Annex B (informative)	Fire tests, spread-of-flame and burning-brand tests for PV modules	57

B.1	General.....	57
B.2	Fire test for PV modules based on ENV 1187.....	57
B.2.1	General	57
B.2.2	External fire exposure to roofs.....	57
B.2.3	Classification according to EN 13501-5.....	59
B.3	Fire test for PV modules based on ANSI/UL 61730-2	59
Annex C (normative)	Usage of representative samples for very large modules.....	60
Bibliography	63
Figure 1	– Test sequences – Pass criteria	17
Figure 2	– Assessment of bubbles for evaluation of clearances and creepage distances, or distance through insulation	20
Figure 3	– Test apparatus MST 06	23
Figure 4	– Position of test apparatus.....	24
Figure 5	– Cut susceptibility test	26
Figure 6	– Waveform of the impulse voltage following IEC 60060-1	28
Figure 7	– Application of burner for multilayer products	33
Figure 8	– Impactor.....	37
Figure 9	– Impact test frame 1	38
Figure 10	– Impact test frame 2	39
Figure 11	– Sample preparation of cemented joints ≤ 10 mm using a release sheet	42
Figure 12	– PV module with positions for peel samples on frontsheet or backsheet	43
Figure 13	– Typical peel-off measurement curves	44
Figure 14	– Lap shear test sample for proving cemented joint.....	46
Figure 15	– Lap-shear test flow.....	47
Figure B.1	– Example of test set-up for fire test	58
Figure C.1	– Example for a possible break.....	62
Table 1	– Environmental stress tests	11
Table 2	– General inspection tests	12
Table 3	– Electrical shock hazard tests	12
Table 4	– Fire hazard tests	13
Table 5	– Mechanical stress tests	13
Table 6	– Required tests, depending on the Class	14
Table 7	– Tapes for test finger	23
Table 8	– Torque tests on screws per IEC 60598-1:2014, Table 4.1.....	40
Table 9	– Altitude correction factor for test voltage for operating (installation) altitudes higher than 2 000 m	52
Table 10	– Altitude correction factor for test voltage for testing (laboratory) altitudes lower than 2 000 m	52
Table 11	– Rated impulse voltages	53
Table C.1	– Overview of tests	61

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE SAFETY QUALIFICATION –

Part 2: Requirements for testing

FOREWORD

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

IEC 61730-2 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2016. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) MST 06: Sharp edge test revised.
- b) MST 14: Impulse voltage test contains technical corrections to Figure 4.

- c) MST 21: Temperature test has been removed from this standard because modules tested individually in unrestricted mounting systems in open-air climates below 40 °C operate at or below a 98th-percentile operating temperature of 70 °C. As a result, the existing IEC 61730-1 requirement for a minimum RTI/RTE/TI of 90 °C is adequate. To address modules operating at higher temperatures, IEC TS 63126 includes an informative annex to describe tests and analysis techniques suitable for estimating the 98th-percentile operating temperature. This covers system effects such as mounting methods that restrict airflow and result in a 98th-percentile module operating temperature in excess of 70 °C.
- d) MST 24: Ignitability test revised.
- e) MST 26: Reverse current overload test revised.
- f) MST 32: Module breakage test is no longer required for Class 0 modules.
- g) MST 54: Instead of sequential test with one module now one module for sequence B shall be irradiated from the front side and another module from the backside during the 60 kWh/m² cycle.
- h) MST 57: Evaluation of insulation coordination added.
- i) All MQT references updated to revised IEC 61215 series Ed.2.0 2021.
- j) Bifacial modules: Requirements updated for MST 02 Performance at STC, MST 07 Bypass diode functionality test, MST 22 Hot-spot endurance test, MST 25 Bypass diode thermal test and MST 51 Thermal cycling (TC200).
- k) Term “Very large module” defined and Annex C (normative) “Usage of representative samples for very large modules” added.

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

Draft	Report on voting
82/2122/FDIS	82/2166/RVD

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

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

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

A list of all parts in the IEC 61730 series, published under the general title *Photovoltaic (PV) module safety qualification*, can be found on the IEC website.

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

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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.

PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE SAFETY QUALIFICATION –

Part 2: Requirements for testing

1 Scope

The scope of IEC 61730-1 is also applicable to this part of IEC 61730. While IEC 61730-1 outlines the requirements of construction, this document lists the tests a PV module is required to fulfill for safety qualification. This document applies for safety qualification only in conjunction with IEC 61730-1.

The sequence of tests required in this document may not test for all possible safety aspects associated with the use of PV modules in all possible applications. This document utilizes the best sequence of tests available at the time of its writing.

The objective of this document is to provide the testing sequence intended to verify the safety of PV modules whose construction has been assessed by IEC 61730-1. The test sequence and pass criteria are designed to detect the potential breakdown of internal and external components of PV modules that would result in fire, electric shock, and/or personal injury. This document defines the basic safety test requirements and additional tests that are a function of the PV module end-use applications. Test categories include general inspection, electrical shock hazard, fire hazard, mechanical stress, and environmental stress.

The additional testing requirements outlined in relevant ISO documents, or the national or local codes which govern the installation and use of these PV modules in their intended locations, are considered in addition to the requirements contained within this document.

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 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-3-5, *Environmental testing – Part 3-5: Supporting documentation and guidance – Confirmation of the performance of temperature chambers*

IEC 60598-1:2020, *Luminaires – Part 1: General requirements and tests*

IEC 60664-1:2020, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-2-10, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60950-1:2005, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*
IEC 60950-1:2005/AMD1:2009
IEC 60950-1:2005/AMD2:2013

IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61032:1997, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61215 (all parts), *Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*

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

IEC 61730-1:2023, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 1: Requirements for construction*

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

IEC 62788-2-1:2023, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 2-1: Polymeric materials – Frontsheet and backsheet – Safety requirements*

IEC 62790:2020, *Junction boxes for photovoltaic modules – Safety requirements and tests*

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

ISO 813, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of adhesion to a rigid substrate – 90 degree peel method*

ISO 4587:2003, *Adhesives – Determination of tensile lap-shear strength of rigid-to-rigid bonded assemblies*

ISO 5893, *Rubber and plastics test equipment – Tensile, flexural and compression types (constant rate of traverse) – Specification*

ISO 11925-2:2020, *Reaction to fire tests – Ignitability of products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test*

ISO 23529, *Rubber – General procedures for preparing and conditioning test pieces for physical test methods*

ANSI/UL 1703:2015, *Flat-plate photovoltaic modules and panels*

ANSI Z97.1:2009, *Standard – Safety Glazing Materials Used in Buildings – Safety Performance Specifications and Methods of Test*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	68
1 Domaine d'application	71
2 Références normatives	71
3 Termes et définitions	73
4 Catégories d'essai	73
4.1 Généralités	73
4.2 Essais relatifs aux contraintes environnementales	74
4.3 Essais de contrôle général	74
4.4 Essais relatifs aux dangers de chocs électriques	74
4.5 Essais relatifs aux risques de feu	75
4.6 Essais relatifs aux contraintes mécaniques	75
5 Classes et procédures d'essai nécessaires associées	76
6 Échantillonnage	78
7 Rapport d'essai	78
8 Essais	79
9 Critères d'acceptation	82
10 Procédures d'essai	82
10.1 Généralités	82
10.2 Examen visuel MST 01	82
10.2.1 Objet	82
10.2.2 Procédure	82
10.2.3 Critères d'acceptation	83
10.3 Performances dans les conditions normales d'essai MST 02	85
10.3.1 Objet	85
10.3.2 Procédure	85
10.3.3 Critères d'acceptation	85
10.4 Détermination de la puissance maximale MST 03	85
10.4.1 Objet	85
10.4.2 Procédure	85
10.4.3 Critères d'acceptation	85
10.5 Essai d'épaisseur de l'isolant MST 04	85
10.5.1 Objet	85
10.5.2 Procédure	86
10.5.3 Critères d'acceptation	86
10.6 Durabilité des marquages MST 05	86
10.7 Essai des angles vifs MST 06	86
10.7.1 Objet	86
10.7.2 Appareillage	86
10.7.3 Procédure	88
10.7.4 Mesurages finaux	89
10.7.5 Critères d'acceptation	89
10.8 Essai fonctionnel de la diode de dérivation MST 07	89
10.9 Essai d'accessibilité MST 11	89
10.9.1 Objet	89
10.9.2 Appareillage	89
10.9.3 Procédure	89

10.9.4	Mesurages finaux	89
10.9.5	Critères d'acceptation	90
10.10	Essai de susceptibilité aux rayures MST 12	90
10.10.1	Objet	90
10.10.2	Appareillage	90
10.10.3	Procédure.....	90
10.10.4	Mesurages finaux	90
10.10.5	Critères d'acceptation	90
10.11	Essai de continuité pour la liaison équipotentielle MST 13	91
10.11.1	Objet	91
10.11.2	Appareillage	92
10.11.3	Procédure.....	92
10.11.4	Mesurages finaux	92
10.11.5	Critères d'acceptation	92
10.12	Essai de tension de choc MST 14	92
10.12.1	Objet	92
10.12.2	Appareillage	92
10.12.3	Procédure.....	93
10.12.4	Mesurage final.....	94
10.12.5	Critères d'acceptation	94
10.13	Essai diélectrique MST 16	94
10.14	Essai de courant de fuite en milieu humide MST 17	94
10.15	Section paramètre fictif, auparavant "Essai en température MST 21"	94
10.16	Essai de tenue à l'échauffement localisé MST 22.....	95
10.17	Essai de résistance au feu MST 23.....	95
10.18	Essai d'allumabilité MST 24	95
10.18.1	Objet	95
10.18.2	Appareillage	96
10.18.3	Éprouvettes	96
10.18.4	Conditionnement	97
10.18.5	Mode opératoire	97
10.18.6	Durée de l'essai.....	100
10.18.7	Expression des résultats.....	100
10.18.8	Critères d'acceptation	100
10.19	Essai thermique de la diode de dérivation MST 25.....	100
10.20	Essai de surcharge de courant inverse MST 26	100
10.20.1	Objet	100
10.20.2	Appareillage	101
10.20.3	Procédure.....	101
10.20.4	Critères d'acceptation	102
10.21	Essai de détérioration du module MST 32.....	102
10.21.1	Objet	102
10.21.2	Appareillage	102
10.21.3	Procédure.....	103
10.21.4	Critères d'acceptation	103
10.22	Essai des raccords vissés MST 33.....	106
10.22.1	Essais des raccords vissés généraux MST 33a.....	106
10.22.2	Essai des vis de blocage MST 33 b	108
10.23	Essai de charge mécanique statique MST 34	108

10.23.1	Généralités	108
10.23.2	Critères d'acceptation	108
10.24	Essai de pelage MST 35	108
10.24.1	Objet	108
10.24.2	Exigences relatives aux échantillons.....	108
10.24.3	Appareillage	109
10.24.4	Procédure.....	110
10.24.5	Critères d'acceptation	112
10.25	Essai de cisaillement longitudinal MST 36	113
10.25.1	Objet	113
10.25.2	Échantillons d'essai	113
10.25.3	Appareillage	114
10.25.4	Procédure.....	114
10.25.5	Critères d'acceptation	115
10.26	Essai de fluage des matériaux MST 37	116
10.26.1	Objet	116
10.26.2	Appareillage	116
10.26.3	Procédure.....	116
10.26.4	Mesurages finaux	116
10.26.5	Critères d'acceptation	116
10.27	Essai de robustesse des sorties MST 42.....	117
10.28	Essai de cycle thermique MST 51	117
10.29	Essai humidité-gel MST 52	117
10.30	Essai de chaleur humide MST 53.....	117
10.31	Essai aux UV MST 54	117
10.32	Essai de conditionnement au froid MST 55	118
10.32.1	Objet	118
10.32.2	Appareillage	118
10.32.3	Procédure.....	118
10.32.4	Critères d'acceptation	118
10.33	Essai de conditionnement à chaleur sèche MST 56.....	118
10.33.1	Objet	118
10.33.2	Appareillage	118
10.33.3	Procédure.....	118
10.33.4	Critères d'acceptation	119
10.34	Évaluation de la coordination de l'isolement MST 57.....	119
10.34.1	Objet	119
10.34.2	Appareillage	119
10.34.3	Procédure.....	119
10.34.4	Critères d'acceptation	122
Annexe A (informative) Recommandations relatives aux essais de modules PV issus de la production		123
A.1	Généralités	123
A.2	Puissance de sortie du module	123
A.3	Essai diélectrique en milieu humide	123
A.4	Examen visuel	124
A.5	Diodes de dérivation	124
A.6	Essai de continuité pour la liaison équipotentielle	125

Annexe B (informative) Essais de résistance au feu, essais de propagation de flammes et essais de brandon incandescent des modules PV	126
B.1 Généralités	126
B.2 Essai de résistance au feu des modules PV fondé sur l'ENV 1187	126
B.2.1 Généralités	126
B.2.2 Exposition des toitures à un feu extérieur	127
B.2.3 Classement conformément à l'EN 13501-5	128
B.3 Essai de résistance au feu des modules PV fondé sur l'ANSI/UL 61730-2.....	128
Annexe C (normative) Utilisation d'échantillons représentatifs pour les modules photovoltaïques de grande surface	130
Bibliographie.....	134
Figure 1 – Séquences d'essai – Critères d'acceptation	81
Figure 2 – Évaluation des bulles pour l'évaluation des distances d'isolement et des lignes de fuite, ou de la distance à travers l'isolation	84
Figure 3 – Appareillage d'essai MST 06	87
Figure 4 – Position de l'appareillage d'essai	88
Figure 5 – Essai de susceptibilité aux rayures	91
Figure 6 – Forme d'onde de la tension de choc suivant l'IEC 60060-1	93
Figure 7 – Application du brûleur pour les produits multicouches	99
Figure 8 – Outil d'impact	104
Figure 9 – Cadre d'essai de choc 1	105
Figure 10 – Cadre d'essai de choc 2	106
Figure 11 – Préparation d'un échantillon de joints collés ≤ 10 mm à l'aide d'une feuille de protection.....	109
Figure 12 – Module PV avec positions pour les échantillons de pelage sur la couche avant ou la couche arrière	111
Figure 13 – Courbes types de mesure du pelage	112
Figure 14 – Échantillon pour l'essai de cisaillement longitudinal appliqué au joint collé.....	114
Figure 15 – Séquence d'essais de cisaillement longitudinal	115
Figure B.1 – Exemple de montage d'essai pour l'essai de résistance au feu	127
Figure C.1 – Exemple de rupture potentielle	133
Tableau 1 – Essais relatifs aux contraintes environnementales	74
Tableau 2 – Essais de contrôle général	74
Tableau 3 – Essais relatifs aux dangers de chocs électriques	75
Tableau 4 – Essais relatifs aux risques de feu	75
Tableau 5 – Essais relatifs aux contraintes mécaniques.....	76
Tableau 6 – Essais exigés selon la classe	77
Tableau 7 – Bandes pour le doigt d'épreuve	88
Tableau 8 – Essais de torsion sur les vis selon le Tableau 4.1 de l'IEC 60598-1:2014	107
Tableau 9 – Facteur de correction d'altitude pour la tension d'essai pour les altitudes de fonctionnement (d'installation) supérieures à 2 000 m.....	120
Tableau 10 – Facteur de correction d'altitude pour la tension d'essai pour les altitudes d'essai (laboratoire) inférieures à 2 000 m	120
Tableau 11 – Tensions assignées de tenue aux chocs	121
Tableau C.1 – Vue d'ensemble des essais.....	131

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

QUALIFICATION POUR LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) –

Partie 2: Exigences pour les essais

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 61730-2 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition de l'IEC 61730-2 parue en 2016. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) MST 06: Révision de l'essai des angles vifs;
- b) MST 14: L'essai de tension de choc comprend des corrections techniques de la Figure 4;

- c) MST 21: L'essai en température a été retiré de la présente norme, car les modules individuellement soumis à l'essai dans les systèmes à montage non limité dans les climats de plein air inférieurs à 40 °C fonctionnent à la température de fonctionnement au 98^e centile de 70 °C ou au-dessous de celle-ci. Par conséquent, les exigences minimales d'IRT/de RTE/d'IT de 90 °C de l'IEC 61730-1 sont adéquates. Afin de couvrir les modules qui fonctionnent à des températures plus élevées, l'IEC TS 63126 comprend une annexe informative qui décrit les essais et les techniques d'analyse adaptés pour estimer la température de fonctionnement au 98^e centile. Ceci couvre les effets de système tels que les méthodes de montage qui limitent le flux d'air et entraînent une température de fonctionnement au 98^e centile du module supérieure à 70 °C;
- d) MST 24: Révision de l'essai d'allumabilité;
- e) MST 26: Révision de l'essai de surcharge de courant inverse;
- f) MST 32: L'essai de détérioration du module n'est plus exigé pour les modules de classe 0;
- g) MST 54: Au lieu d'un essai séquentiel avec un module unique, à présent un module pour la séquence B doit recevoir les rayonnements sur sa face avant et un autre module sur sa face arrière pendant le cycle à 60 kWh/m²;
- h) MST 57: Ajout de l'évaluation de la coordination de l'isolement;
- i) actualisation de toutes les références MQT afin de s'aligner sur la série révisée IEC 61215 Éd.2.0:2021;
- j) modules bifaces: Actualisation des exigences pour: MST 02 Performances dans les conditions normales d'essai, MST 07 Essai fonctionnel de la diode de dérivation, MST 22 Essai de tenue à l'échauffement localisé, MST 25 Essai thermique de la diode de dérivation et MST 51 Cycle thermique (TC200);
- k) définition du terme "module photovoltaïque de grande surface" et ajout de l'Annexe C (normative) "Utilisation d'échantillons représentatifs pour les modules photovoltaïques de grande surface".

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

Projet	Rapport de vote
82/2122/FDIS	82/2166/RVD

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

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61730, publiées sous le titre général *Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV)*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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

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

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

QUALIFICATION POUR LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) –

Partie 2: Exigences pour les essais

1 Domaine d'application

Le domaine d'application de l'IEC 61730-1 s'applique également à la présente partie de l'IEC 61730. Alors que l'IEC 61730-1 définit les exigences de construction, le présent document répertorie les essais auxquels un module PV doit satisfaire à des fins de qualification pour la sûreté de fonctionnement. Le présent document n'est appliqué à des fins de qualification pour la sûreté de fonctionnement que conjointement à l'IEC 61730-1.

La séquence d'essais exigée dans le présent document peut ne pas soumettre à l'essai tous les aspects de sécurité potentiels associés à l'utilisation des modules PV dans toutes les applications possibles. Le présent document utilise la meilleure séquence d'essais disponible au moment de sa rédaction.

L'objectif du présent document est de fournir la séquence d'essais destinée à vérifier la sûreté des modules PV dont la construction a été évaluée par l'IEC 61730-1. La séquence d'essais et les critères d'acceptation sont conçus pour détecter le claquage éventuel de composants internes et externes des modules PV, qui peut entraîner des incendies, des chocs électriques et/ou des dommages corporels. Le présent document définit les exigences de base relatives aux essais de sécurité, ainsi que des essais supplémentaires qui dépendent des applications finales du module PV. Les catégories d'essai incluent un contrôle général, les dangers de chocs électriques, le risque de feu, les contraintes mécaniques et les contraintes environnementales.

Outre les exigences contenues dans le présent document, les exigences d'essai supplémentaires suivantes sont prises en considération: exigences indiquées dans les documents ISO appropriés ou exigences spécifiées dans les codes nationaux ou locaux qui régissent l'installation et l'utilisation de ces modules PV dans leurs emplacements destinés.

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 60060-1, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60068-2-1:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-3-5, *Essais d'environnement – Partie 3-5: Documentation d'accompagnement et guide – Confirmation des performances des chambres d'essai en température*

IEC 60598-1:2020, *Luminaires – Partie 1: Exigences générales et essais*

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60695-2-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60950-1:2005, *Matériel de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60950-1:2005/AMD1:2009

IEC 60950-1:2005/AMD2:2013

IEC 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

IEC 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61215 (toutes les parties), *Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – Qualification de la conception et homologation*

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

IEC 61730-1:2023, *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 62788-2-1:2023, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 2-1: Polymeric materials – Frontsheet and backsheets – Safety requirement* (disponible en anglais seulement)

IEC 62790:2020, *Boîtes de jonction pour modules photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais*

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

ISO 813, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination de l'adhérence à un substrat rigide – Méthode par pelage à angle droit*

ISO 4587:2003, *Adhésifs – Détermination de la résistance au cisaillement d'assemblages collés rigide sur rigide à recouvrement simple*

ISO 5893, *Appareils d'essai du caoutchouc et des plastiques – Types pour traction, flexion et compression (vitesse de translation constante) – Spécifications*

ISO 11925-2:2020, *Essais de réaction au feu – Allumabilité de produits soumis à l'incidence directe de la flamme – Partie 2: Essai à l'aide d'une source à flamme unique*

ISO 23529, *Caoutchouc – Procédures générales pour la préparation et le conditionnement des éprouvettes pour les méthodes d'essais physiques*

ANSI/UL 1703:2015, *Flat-plate photovoltaic modules and panels*

ANSI Z 97.1:2009, *Standard – Safety Glazing Materials Used in Buildings – Safety Performance Specifications and Methods of Test*