

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Photovoltaic (PV) module safety qualification –
Part 1: Requirements for construction**

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-7197-1

**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.....	5
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	10
3.1 General terms and definitions	11
3.2 Components	11
3.3 Installation and application.....	12
3.4 Insulation concepts	13
3.5 Ratings	16
3.6 Temperatures	17
3.7 Voltages	17
3.8 Bifacial photovoltaics	18
4 Symbols and abbreviated terms.....	19
5 Classification, applications and intended use.....	19
5.1 General.....	19
5.2 PV modules of Class 0.....	19
5.2.1 General	19
5.2.2 Insulation.....	19
5.2.3 Application.....	19
5.3 PV modules of Class II.....	20
5.3.1 General	20
5.3.2 Insulation.....	20
5.3.3 Application.....	20
5.4 PV modules of Class III.....	20
5.4.1 General	20
5.4.2 Insulation.....	20
5.4.3 Application.....	20
5.5 Rating categories and special applications.....	21
6 Requirements for design and construction	22
6.1 General.....	22
6.2 Marking and documentation	23
6.2.1 General	23
6.2.2 Marking	23
6.2.3 Documentation	27
6.3 Electrical components and insulation	30
6.3.1 General	30
6.3.2 Internal wiring.....	30
6.3.3 External wiring and cables	30
6.3.4 Module overcurrent protection rating	30
6.3.5 Connectors	30
6.3.6 Junction boxes	30
6.3.7 Frontsheets and backsheets	31
6.3.8 Insulation barriers.....	31
6.3.9 Electrical connections.....	31
6.3.10 Encapsulants.....	32
6.3.11 Bypass diodes	32

6.4	Mechanical and electromechanical connections	32
6.4.1	General	32
6.4.2	Screw connections.....	33
6.4.3	Rivets	34
6.4.4	Thread-cutting screws	34
6.4.5	Form/press/tight fit	34
6.4.6	Connections by adhesives	34
6.4.7	Other connections	35
6.5	Materials.....	35
6.5.1	General	35
6.5.2	Polymeric materials	35
6.5.3	Metallic materials.....	38
6.5.4	Adhesives.....	38
6.6	Protection against electric shock.....	38
6.6.1	General	38
6.6.2	Protection against accessibility to hazardous live parts.....	39
6.6.3	Insulation coordination.....	40
6.6.4	Distance through functional and relied upon insulation	47
Annex A (normative) Symbol "Do not disconnect under load"		50
Annex B (normative) Basis for insulation coordination dimensions		51
B.1	General.....	51
B.2	Influencing factors	51
B.2.1	General	51
B.2.2	Overvoltage category and rated impulse voltage.....	51
B.2.3	Working voltage.....	52
B.2.4	Pollution degree	52
B.2.5	Insulating material – material groups	53
B.3	Clearances	53
B.4	Creepage distances	54
B.4.1	General	54
B.4.2	Enclosed parts.....	54
B.5	Distance through insulation.....	55
B.5.1	Cemented joints.....	55
B.5.2	Insulation in thin layers (DTI).....	55
B.5.3	Distance through functional insulation (DTFI)	56
Annex C (informative) Specific use cases		57
C.1	Modules	57
C.1.1	General	57
C.1.2	Insulation coordination diagrams	57
C.2	Insulation coordination after mounting of components	64
C.2.1	General	64
C.2.2	Backsheets.....	65
C.2.3	Junction box	66
Bibliography.....		68
Figure 1 – IEC 60417-5021:2002-10		26
Figure 2 – IEC 60417-5017:2006-08		26
Figure 3 – IEC 60417-5018:2011-07		26

Figure A.1 – Symbol "DO NOT DISCONNECT UNDER LOAD"	50
Figure A.2 – Symbol IEC 60417-6070:2011-06: "Do not disconnect under load"	50
Figure C.1 – General case for clearance, creepage distances and DTI	58
Figure C.2 – Location of highest potential difference within the module	59
Figure C.3 – Examples of spacing requirements between live parts of different potential within a module	60
Figure C.4 – Clearance and creepage distance between internal live parts and outer accessible surfaces	62
Figure C.5 – Effect of frame tape or edge adhesive on clearance and creepage distance	62
Figure C.6 – Distance between internal live parts and outer accessible surfaces with a cemented joint	63
Figure C.7 – Backsheet with aluminium layer	64
Figure C.8 – Spacing requirements between the junction box ribbon and aluminium layer of backsheet	66
Figure C.9 – Considerations for clearances and creepage distances between live parts and outer accessible surfaces after installation and termination of junction box (J-box)	67
Figure C.10 – Possible critical points due to improper installation	67
Table 1 – Classes for protection against electric shock	19
Table 2 – Required type of insulation	40
Table 3 – Minimum clearances (cl), creepage distances (cr) and distances through solid insulation for Class II PV modules	41
Table 4 – Minimum clearances (cl), creepage distances (cr) and distances through solid insulation for Class 0 PV modules	43
Table 5 – Multiplication factors for clearances of equipment rated for operation at altitudes greater than 2 000 m above sea level	47
Table B.1 – Rated impulse voltage	52
Table B.2 – Minimum clearances for an inhomogeneous field	54
Table B.3 – Minimum spacings for thin layers	55
Table C.1 – Distance between parts of different potential within a PV module (values for Class II modules with working voltage of ≤ 35 V)	59
Table C.2 – Spacing between live parts and outer accessible surfaces (values for Class II modules with rated system voltage of 1 500 V)	61

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE SAFETY QUALIFICATION –**Part 1: Requirements for construction**

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 61730-1 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) Revision of Clauses 2 and 3.
- b) Addition of requirements for qualification of specific components according to their standard documents (junction box, connectors, frontsheets/backsheets).
- c) Significant changes to the definition and testing of relied upon insulation materials (RUI). These requirements are described in the pre-qualification document for frontsheets and backsheets (IEC 62788-2-1). This includes:
 - 1) clarifications on the concept and measurement of DTI, and related materials test requirements;

- 2) frontsheet/backsheet weathering requirements.
- d) Removal of all reference to "open rack", with updates according to an intended use for applications according to the application's 98th percentile module operating temperature.
- e) Modules meeting Class 0 for use in restricted access areas are not required to pass the breakage test, (MST 32).
- f) Marking and documentation subclauses have been revised and aligned with the IEC 61215 series.
- g) Electronic copies are now allowed instead of paper copies of required safety documentation.
- h) Requirements for bifacial modules:
 - 1) addition of new term, aBSI;
 - 2) relevant tests have been changed to account for higher current of bifacial modules;
 - 3) for bifacial modules, marking that indicates which side is designed as the front side, or if both are designed for prolonged exposure to direct sunlight ($> 300 \text{ W/m}^2$);
 - 4) relevant parameters for installing bifacial modules clarified;
 - 5) overprotection rating;
 - 6) documentation has been modified.
- i) In 6.2, marking requirements for connectors have been added.
- j) Related to the intended use temperature range:
 - 1) Clause 5 and 6.2 have been modified to include temperature ratings, with $> 70 \text{ °C}$ 98th percentile module operating temperature as the default maximum. Guidance for factors which could impact the module operating temperature for a system design/location are provided, and responsibility for proper installation is placed upon the installer.
 - 2) Changes to insulation coordination sections (6.6, Annex B and Annex C).
 - 3) Subclauses on insulation coordination (6.6.3) and distance through solid insulation (6.6.4) have been updated to clearly state the insulation coordination requirements, and are aligned with Annex B.
 - 4) Annex B has been revised to show the basis for the dimensioning related to insulation coordination and is aligned with 6.6.3 and 6.6.4.
 - 5) Annex C has been created to show specific use cases and describe how changes to materials or use of additional testing can modify the required dimensioning. Diagrams have been updated.
 - 6) A new term, distance through functional insulation (DTFI), has been defined to describe the spacing between fully encapsulated live parts of different potential (the larger of creepage and clearance for the relevant voltage).
 - 7) Testing requirements to verify a clearance value less than the listed value (but not below the creepage distance) are defined.
 - 8) Requirements for junction boxes, cables and connectors, and polymeric frontsheets/backsheets have been removed (these are now covered in their respective standards).
 - 9) In Table 2, functional insulation is required for insulation between live parts of different potential inside a PV module for all module types.
 - 10) In Table 3 and Table 4:
 - i) lines related to pollution degree 3 have been removed, since this is not applicable to module laminates passing the requirements of IEC 61730-2;
 - ii) the minimum values for DTI have been increased to include the minimum 0,030 mm thickness (pinhole considerations);
 - iii) lines related to reinforced insulation have been combined;
 - iv) lines related to basic insulation have been combined, and functional insulation included on those lines;

v) lines for DTFI have been added.

11) Insulation coordination requirements for Class III modules have been removed from Table 4, and functional insulation requirements are included in text (no DTI thickness requirement).

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

Draft	Report on voting
82/2140/FDIS	82/2165/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.

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

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/standardsdev/publications.

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 1: Requirements for construction

1 Scope

This part of IEC 61730 specifies and describes the fundamental construction requirements for photovoltaic (PV) modules in order to provide safe electrical and mechanical operation. Specific topics are provided to assess the prevention of electrical shock, fire hazards, and personal injury due to mechanical and environmental stresses. This document pertains to the particular requirements of construction. IEC 61730-2 defines the requirements for testing. Modules with modified construction are qualified as described in IEC TS 62915.

This document lays down requirements for terrestrial PV modules suitable for long-term operation in open-air climates with 98th percentile module operating temperatures of 70 °C or less. Guidelines for modules to be used at higher operating temperatures are described in IEC TS 63126. The useful service life of modules so qualified will depend on their design, their environment, and the conditions under which they are operated. Therefore, test results are not construed as a quantitative prediction of module lifetime.

This document is intended to apply to all terrestrial flat plate module materials, such as crystalline silicon module types as well as thin-film modules.

PV modules covered by this document are limited to a maximum DC system voltage of 1 500 V.

This document defines the basic requirements for various applications of PV modules, but it cannot be considered to encompass all national or regional codes. Specific requirements, e.g. for building, floating, marine and vehicle applications, are not covered.

This document does not address specific requirements for products that combine a PV module with power conversion equipment, monitoring or control electronics, such as integrated inverters, converters or output disabling functions, which are addressed in IEC 62109-3.

While it is possible that parts of this document are applicable to flat plate PV modules with internally generated low-level concentration below three times, it was not written specifically to address these concerns.

This document is designed to coordinate with the test sequences in the IEC 61215 series, so that a single set of samples can be used to perform both the safety and design qualification of a PV module.

Additional construction requirements outlined in relevant ISO standards, or the national or local codes which govern the installation and use of these PV modules in their intended locations, can apply in addition to the requirements contained within this document.

Any change to materials, design, or internal spacing are subject to a re-evaluation of the PV module or its component(s), as applicable, according to the IEC 61730 series and IEC TS 62915.

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 60216-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-2, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

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

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

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

IEC 60269-6, *Low-voltage fuses – Part 6: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of solar photovoltaic energy systems*

IEC 60364-7-712, *Low voltage electrical installations – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*, available at <https://www.graphical-symbols.info/equipment>

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*

IEC 60664-1:2020, *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 TS 60904-1-2, *Photovoltaic devices – Part 1-2: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices*

IEC 60950-1:2005, *Information technology equipment – Safety – 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 61730-2, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing*

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

IEC 62548, *Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements*

IEC 62788-1 (all parts), *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 1: Encapsulants*

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, *Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules – Part 2: Polymeric materials – Frontsheets and backsheets*

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

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

IEC 62852, *Connectors for DC-application in photovoltaic systems – Safety requirements and tests*

IEC 62930, *Electric cables for photovoltaic systems with a voltage rating of 1,5 kV DC*

IEC TS 63126, *Guidelines for qualifying PV modules, components and materials for operation at high temperatures*

IEC TR 63225, *Incompatibility of connectors for DC-application in photovoltaic systems*

ISO 1456, *Metallic and other inorganic coatings – Electrodeposited coatings of nickel, nickel plus chromium, copper plus nickel and of copper plus nickel plus chromium*

ISO 1461, *Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods*

ISO 2081, *Metallic and other inorganic coatings – Electroplated coatings of zinc with supplementary treatments on iron or steel*

ISO 2093, *Electroplated coatings of tin – Specification and test methods*

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs, available at <https://www.iso.org/obp>*

ISO 9224:2012, *Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Guiding values for the corrosivity categories*

EN 50618, *Electric cables for photovoltaic systems*

UL 746B, *Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations*

IEC/IEEE 82079-1, *Preparation of information for use (instructions for use) of products – Part 1: Principles and general requirements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	73
1 Domaine d'application	76
2 Références normatives	77
3 Termes, définitions, symboles et abréviations	79
3.1 Termes et définitions généraux	79
3.2 Composants	80
3.3 Installation et application	81
3.4 Notions d'isolation	82
3.5 Caractéristiques assignées	85
3.6 Températures	86
3.7 Tensions	87
3.8 Photovoltaïques bifaces	87
4 Symboles et abréviations	88
5 Classification, applications et utilisation prévue	88
5.1 Généralités	88
5.2 Modules PV de classe 0	88
5.2.1 Généralités	88
5.2.2 Isolation	89
5.2.3 Application	89
5.3 Modules PV de classe II	89
5.3.1 Généralités	89
5.3.2 Isolation	89
5.3.3 Application	89
5.4 Modules PV de classe III	90
5.4.1 Généralités	90
5.4.2 Isolation	90
5.4.3 Application	90
5.5 Catégories de caractéristiques assignées et applications spéciales	90
6 Exigences de conception et de construction	91
6.1 Généralités	91
6.2 Marquage et documentation	93
6.2.1 Généralités	93
6.2.2 Marquage	93
6.2.3 Documentation	97
6.3 Composants électriques et isolation	100
6.3.1 Généralités	100
6.3.2 Câblage interne	100
6.3.3 Câblage et câbles externes	101
6.3.4 Caractéristique assignée de protection des modules contre les surintensités	101
6.3.5 Connecteurs	101
6.3.6 Boîtes de jonction	101
6.3.7 Faces avant et faces arrière	101
6.3.8 Barrières par contournement	102
6.3.9 Connexions électriques	102
6.3.10 Encapsulants	103
6.3.11 Diodes de dérivation	103

6.4	Connexions mécaniques et électromécaniques	103
6.4.1	Généralités	103
6.4.2	Connexions à vis	104
6.4.3	Rivets	105
6.4.4	Vis autotaraudeuses à découpe	105
6.4.5	Emmanchement à forme/à force/serré	105
6.4.6	Connexions par adhésifs	105
6.4.7	Autres connexions	106
6.5	Matériaux.....	106
6.5.1	Généralités	106
6.5.2	Matériaux polymères	107
6.5.3	Matériaux métalliques.....	109
6.5.4	Adhésifs	110
6.6	Protection contre les chocs électriques	110
6.6.1	Généralités	110
6.6.2	Protection contre l'accessibilité aux parties actives dangereuses.....	110
6.6.3	Coordination de l'isolement.....	112
6.6.4	Distance à travers l'isolation fonctionnelle et l'isolation attendue	120
Annexe A (normative) Symbole "Ne pas débrancher sous charge"		123
Annexe B (normative) Base pour les dimensions de la coordination de l'isolement		124
B.1	Généralités	124
B.2	Facteurs d'influence.....	124
B.2.1	Généralités	124
B.2.2	Catégorie de surtension et tension assignée de tenue aux chocs	124
B.2.3	Tension de service	125
B.2.4	Degré de pollution	125
B.2.5	Matériaux isolants - groupes de matériaux.....	126
B.3	Distances d'isolement	126
B.4	Lignes de fuite	127
B.4.1	Généralités	127
B.4.2	Parties enveloppées	127
B.5	Distance à travers l'isolation	128
B.5.1	Joints collés	128
B.5.2	Isolation en couches minces (DTI).....	128
B.5.3	Distance d'isolement dans une isolation fonctionnelle (DTFI).....	130
Annexe C (informative) Cas d'utilisation spécifiques		131
C.1	Modules	131
C.1.1	Généralités	131
C.1.2	Diagrammes de coordination de l'isolement	131
C.2	Coordination de l'isolement après montage des composants.....	138
C.2.1	Généralités	138
C.2.2	Faces arrière	139
C.2.3	Boîte de jonction.....	140
Bibliographie.....		142
Figure 1 – IEC 60417-5021:2002-10		96
Figure 2 – IEC 60417-5017:2006-08		96
Figure 3 – IEC 60417-5018:2011-07		96

Figure A.1 – Symbole "NE PAS DÉBRANCHER SOUS CHARGE"	123
Figure A.2 – Symbole IEC 60417-6070:2011-06: "Ne pas débrancher sous charge"	123
Figure C.1 – Cas général pour la distance d'isolement, la ligne de fuite et la DTI.....	132
Figure C.2 – Emplacement de la différence de potentiel la plus élevée dans le module	133
Figure C.3 – Exemples d'exigences d'espacement entre les parties actives de potentiel différent dans un module	134
Figure C.4 – Distance d'isolement et ligne de fuite entre les parties actives internes et les surfaces accessibles extérieures	136
Figure C.5 – Effet de la bande de cadre ou de l'adhésif de bordure sur la distance d'isolement et la ligne de fuite.....	137
Figure C.6 – Distance entre les parties actives internes et les surfaces accessibles extérieures avec un joint collé.....	137
Figure C.7 – Face arrière avec couche d'aluminium	138
Figure C.8 – Exigences d'espacement entre le ruban de boîte de jonction et la couche d'aluminium de la face arrière	140
Figure C.9 – Prise en considération des distances d'isolement et des lignes de fuite entre les parties actives et les surfaces accessibles extérieures après l'installation et la réalisation de la boîte de jonction)	141
Figure C.10 – Points critiques potentiels dus à une mauvaise installation	141
Tableau 1 – Classes de protection contre les chocs électriques	88
Tableau 2 – Type d'isolation exigé	112
Tableau 3 – Distances d'isolement (cl), lignes de fuite (cr) et distances d'isolement dans une isolation solide minimales pour les modules PV de classe II	114
Tableau 4 – Distances d'isolement (cl), lignes de fuite (cr) et distances d'isolement dans une isolation solide minimales pour les modules PV de classe 0	116
Tableau 5 – Coefficients multiplicateurs pour les distances d'isolement d'un matériel assigné pour un fonctionnement au-delà de 2 000 m d'altitude	120
Tableau B.1 – Tension assignée de tenue aux chocs	125
Tableau B.2 – Distances d'isolement minimales pour un champ hétérogène	127
Tableau B.3 – Espacements minimaux pour les couches minces	129
Tableau C.1 – Distance entre les parties de potentiel différent dans un module PV (valeurs pour les modules de Classe II avec une tension de service ≤ 35 V)	133
Tableau C.2 – Espacement entre les parties actives et les surfaces accessibles extérieures (valeurs pour les modules de Classe II avec tension assignée du système de 1 500 V).....	135

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**QUALIFICATION POUR LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DES
MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) –****Partie 1: Exigences pour la construction****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 61730-1 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 parue en 2016. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) révision des Articles 2 et 3;
- b) ajout des exigences relatives à la qualification de composants spécifiques en fonction de leurs documents normatifs (boîte de jonction, connecteurs, faces avant/faces arrière);

- c) modifications significatives de la définition et de l'essai des matériaux d'isolation attendue (RUI - *relied upon insulation*). Ces exigences sont décrites dans le document de préqualification des faces avant et faces arrière (IEC 62788-2-1). Elles comprennent:
 - 1) des clarifications concernant le concept et le mesurage de la distance à travers l'isolation (DTI - *distance through insulation*) et les exigences connexes d'essai des matériaux;
 - 2) des exigences relatives aux effets des intempéries de la face avant/face arrière;
- d) suppression de toute référence à "baie ouverte", avec des mises à jour selon une utilisation prévue pour les applications selon la température de fonctionnement de 98^e centile du module de l'application;
- e) il n'est pas exigé que les modules conformes à la classe 0 destinés à une utilisation dans les zones d'accès limité satisfassent à l'essai de détérioration (MST 32);
- f) les paragraphes Marquage et Documentation ont été révisés et alignés sur la série IEC 61215;
- g) les copies électroniques sont désormais autorisées à la place des copies papier des documents de sécurité exigés;
- h) exigences concernant les modules bifaces:
 - 1) ajout d'un nouveau terme, aBSI;
 - 2) les essais pertinents ont été modifiés pour tenir compte du courant plus élevé des modules bifaces;
 - 3) pour les modules bifaces, un marquage qui indique quel côté est conçu comme côté avant, ou si les deux côtés sont conçus pour une exposition prolongée à la lumière solaire directe ($> 300 \text{ W/m}^2$);
 - 4) clarification des paramètres pertinents pour l'installation des modules bifaces;
 - 5) caractéristiques assignées de surprotection;
 - 6) modification de la documentation;
- i) au 6.2, des exigences de marquage concernant les connecteurs ont été ajoutées;
- j) en rapport avec la plage de température d'utilisation prévue:
 - 1) l'Article 5 et le paragraphe 6.2 ont été modifiés afin d'inclure les caractéristiques assignées de température, avec une température de fonctionnement de 98^e centile du module supérieure à 70 °C constituant la température maximale par défaut. Des recommandations concernant les facteurs susceptibles d'influer sur la température de fonctionnement du module pour une conception/un emplacement de système sont fournies, et la responsabilité d'une installation correcte incombe à l'installateur;
 - 2) modifications des sections relatives à la coordination de l'isolement (6.6, Annexe B et Annexe C);
 - 3) les paragraphes consacrés à la coordination de l'isolement (6.6.3) et à la distance d'isolement dans une isolation solide (6.6.4) ont été mis à jour pour énoncer clairement les exigences en matière de coordination de l'isolement, et sont alignés sur l'Annexe B;
 - 4) l'Annexe B a été révisée afin de présenter la base du dimensionnement lié à la coordination de l'isolement et est alignée sur 6.6.3 et 6.6.4;
 - 5) l'Annexe C a été créée pour présenter des cas d'utilisation spécifiques et décrire comment les changements de matériaux ou l'utilisation d'essais complémentaires peuvent modifier le dimensionnement exigé. Les diagrammes ont été mis à jour;
 - 6) un nouveau terme, la distance d'isolement dans une isolation fonctionnelle (DTFI - *distance through functional insulation*), a été défini pour décrire l'espacement entre des parties actives entièrement encapsulées et de potentiel différent (le plus grand de la ligne de fuite et de la distance d'isolement pour la tension concernée);
 - 7) les exigences en matière d'essais pour vérifier une valeur de distance d'isolement inférieure à la valeur indiquée (mais pas inférieure à la ligne de fuite) sont définies;

- 8) les exigences relatives aux boîtes de jonction, aux câbles et aux connecteurs, ainsi qu'aux faces avant/arrière polymères ont été supprimées (elles sont désormais couvertes par leurs normes respectives);
- 9) dans le Tableau 2, l'isolation fonctionnelle est exigée pour une isolation entre les parties actives de potentiel différent à l'intérieur d'un module PV pour tous les types de modules;
- 10) dans le Tableau 3 et le Tableau 4:
 - i) les lignes concernant le degré de pollution 3 ont été supprimées, car elles ne s'appliquent pas aux modules stratifiés qui satisfont aux exigences de l'IEC 61730-2;
 - ii) les valeurs minimales de DTI ont été augmentées afin d'inclure l'épaisseur minimale de 0,030 mm (prise en considération de la piqûre);
 - iii) les lignes concernant l'isolation renforcée ont été regroupées;
 - iv) les lignes concernant l'isolation principale ont été regroupées, et l'isolation fonctionnelle a été incluse dans ces lignes;
 - v) les lignes concernant la DTFI ont été ajoutées;
- 11) les exigences en matière de coordination de l'isolement applicables aux modules de classe III ont été supprimées du Tableau 4, et les exigences en matière d'isolation fonctionnelle sont incluses dans le texte (aucune exigence concernant l'épaisseur de DTI).

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

Projet	Rapport de vote
82/2140/FDIS	82/2165/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.

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

Le présent 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/standardsdev/publications.

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

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

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 ce document en utilisant une imprimante couleur.

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

Partie 1: Exigences pour la construction

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61730 spécifie et décrit les exigences fondamentales de construction pour les modules photovoltaïques (PV) afin d'assurer un fonctionnement électrique et mécanique sûr. Des thèmes spécifiques sont fournis pour évaluer la prévention contre les chocs électriques, les risques de feu et les accidents corporels dus à des contraintes mécaniques et environnementales. Le présent document se rapporte aux exigences particulières de construction. L'IEC 61730-2 définit les exigences d'essai. Les modules dont la construction est modifiée sont qualifiés comme cela est décrit dans l'IEC TS 62915.

Le présent document présente les exigences pour les modules PV terrestres adaptés à un fonctionnement à long terme dans des climats à l'air libre à des températures de fonctionnement de 98^e centile du module inférieures ou égales à 70 °C. Les lignes directrices concernant les modules à utiliser à des températures de fonctionnement plus élevées sont décrites dans l'IEC TS 63126. La durée de vie utile des modules ainsi qualifiés dépend de leur conception, de leur environnement et des conditions dans lesquelles ils sont utilisés. Par conséquent, les résultats d'essai ne sont pas interprétés comme une prévision quantitative de la durée de vie du module.

Le présent document est destiné à s'appliquer à tous les matériels à module à plaque plane pour application terrestre (les types de modules au silicium cristallin et les modules en couches minces, par exemple).

Les modules PV couverts par le présent document sont limités à une tension en courant continu maximale du système de 1 500 V.

Le présent document définit les exigences de base pour différentes applications de modules PV, mais il ne peut être considéré comme couvrant tous les codes nationaux ou régionaux. Les exigences spécifiques (pour les applications dans les domaines du bâtiment, de la marine et des véhicules, et les applications de nature flottante, par exemple) ne sont pas traitées.

Le présent document ne traite pas des exigences spécifiques concernant les produits qui combinent un module PV à un matériel de conversion de puissance ou à des composants électroniques de surveillance ou de commande (des onduleurs, convertisseurs ou fonctions de désactivation de sortie intégrés, par exemple). Ces exigences sont traitées dans l'IEC 62109-3.

Bien que certaines parties du présent document puissent s'appliquer aux modules PV à plaque plane avec une faible concentration générée en interne trois fois inférieure, il n'a pas été rédigé pour couvrir spécifiquement ces questions.

Le présent document est conçu pour être coordonné avec les séquences d'essais de la série IEC 61215, de manière à pouvoir utiliser un seul ensemble d'échantillons pour évaluer la sûreté et la qualification de conception d'un module PV.

En plus des exigences contenues dans le présent document, les exigences supplémentaires relatives à la construction indiquées dans les normes ISO appropriées ou les codes nationaux ou locaux qui régissent l'installation et l'utilisation de ces modules PV dans leurs emplacements prévus, peuvent s'appliquer.

Tout changement de matériaux ou toute modification de la conception ou de l'espacement interne sont soumis à une réévaluation du module PV ou de son ou ses composants, selon le cas, conformément à la série IEC 61730 et à l'IEC TS 62915.

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 60216-1, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai*

IEC 60216-2, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

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

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 60269-6, *Fusibles basse tension – Partie 6: Exigences supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque*

IEC 60364-7-712, *Installations électriques basse tension – Partie 7-712: Exigences applicables aux installations ou emplacements spéciaux – Installations d'énergie solaire photovoltaïque (PV)*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*, disponible à l'adresse <https://www.graphical-symbols.info/equipment> (disponible en anglais seulement)

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

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: Flamme d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

IEC TS 60904-1-2, *Photovoltaic devices - Part 1-2: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices* (disponible en anglais seulement)

IEC 60950-1:2005, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – 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 61730-2, *Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) – Partie 2: Exigences pour les essais*

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

IEC 62548, *Groupes photovoltaïques (PV) – Exigences de conception*

IEC 62788-1 (toutes les parties), *Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques – Partie 1: Encapsulants*

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

IEC 62788-2-1, *Procédures de mesure des matériaux utilisés dans les modules photovoltaïques – Partie 2-1: Matériaux polymères – Face avant et face arrière – Exigences de sécurité*

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

IEC 62852, *Connecteurs pour applications en courant continu pour systèmes photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais*

IEC 62930, *Electric cables for photovoltaic systems with a voltage rating of 1,5 kV DC* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 63126, *Guidelines for qualifying PV modules, components and materials for operation at high temperatures* (disponible en anglais seulement)

IEC TR 63225, *Incompatibility of connectors for DC-application in photovoltaic systems* (disponible en anglais seulement)

ISO 1456, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques – Dépôts électrolytiques de nickel, de nickel plus chrome, de cuivre plus nickel et de cuivre plus nickel plus chrome*

ISO 1461, *Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier – Spécifications et méthodes d'essai*

ISO 2081, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques – Dépôts électrolytiques de zinc avec traitements supplémentaires sur fer ou acier*

ISO 2093, *Dépôts électrolytiques d'étain – Spécifications et méthodes d'essai*

ISO 7010, *Symboles graphiques — Couleurs de sécurité et signaux de sécurité — Signaux de sécurité enregistrés*, disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

ISO 9224:2012, *Corrosion des métaux et alliages – Corrosivité des atmosphères – Valeurs de référence relatives aux classes de corrosivité*

EN 50618, *Câbles électriques pour systèmes photovoltaïques*

UL 746B, *Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations*

IEC/IEEE 82079-1, *Élaboration des informations d'utilisation (instructions d'utilisation) des produits – Partie 1: Principes et exigences générales*