

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	50
INTRODUCTION	52
1 Domaine d'application	53
2 Références normatives	54
3 Termes, définitions et termes abrégés	55
4 Échantillons d'essai	58
5 Marquage et documentation	59
5.1 Plaque signalétique	59
5.2 Documentation	60
5.2.1 Exigences minimales	60
5.2.2 Informations à inclure dans la documentation	60
5.2.3 Instructions d'assemblage	61
6 Essais	62
7 Critères d'acceptation	64
7.1 Généralités	64
7.2 Puissance de sortie et circuits électriques	65
7.2.1 Identification des valeurs et des tolérances assignées	65
7.2.2 Vérification des valeurs d'étiquette assignées → Point 1	67
7.2.3 Dégradation de la puissance maximale pendant l'essai d'homologation → Point 2	70
7.2.4 Circuits électriques	70
7.3 Défauts visuels	70
7.4 Sécurité électrique	71
8 Défauts visuels majeurs	71
9 Rapport	71
10 Modifications	73
11 Série et procédures d'essai	73
Annexe A (informative) Modifications par rapport à l'édition précédente	75
A.1 Généralités	75
A.2 Procédures applicables aux modules bifaces	75
A.3 Utilisation d'échantillons représentatifs	77
A.4 Ajout de l'essai de charge mécanique dynamique	78
A.5 Ajout de l'essai de la dégradation induite du potentiel	79
A.6 Exigences concernant les simulateurs	81
A.6.1 Généralités	81
A.6.2 Justifications des modifications apportées aux exigences spectrales	82
A.6.3 Justifications des modifications apportées aux exigences d'uniformité	83
A.7 Références aux lignes directrices pour un contre-essai	84
A.8 Poids appliqué aux boîtes de jonction	84
A.9 Correction de l'essai de tenue à l'échauffement localisé à intégration monolithique	84
A.10 Nombre de modules dans une séquence d'essais	86
A.11 Suppression de la température nominale de fonctionnement du module (NMOT)	87
A.12 Courants très faibles pendant les essais sur couches minces	88

A.13	Limitation de l'essai de diodes de dérivation à trois diodes	89
A.14	Retour de l'essai diélectrique à la version de 2005.....	89
A.15	Essai de flexion	90
A.16	Option de stabilisation pour la dégradation bore-oxygène induite par la lumière (MQT 19.3).....	90
Bibliographie.....		91
Figure 1 – Représentation géométrique du rayon de courbure d'un module flexible		56
Figure 2 – Série d'essais complète pour la qualification de la conception et l'homologation des modules photovoltaïques		64
Figure 3 – Exemples de plaques signalétiques (colonne de gauche), fiches techniques (colonne du milieu) et valeurs et tolérances assignées déduites (colonne de droite) partielles hypothétiques		67
Figure A.1 – Coefficients de température dérivés (α) pour neuf types de produits mc-Si différents		87
Tableau 1 – Essais de composants exigés		64
Tableau 2 – Synthèse des exigences du point 1.....		64
Tableau 3 – Synthèse des niveaux d'essai.....		73
Tableau A.1 – Valeurs d'incertitude publiées en fonction de la classe d'uniformité du simulateur.....		83
Tableau A.2 – Synthèse de positionnement de la feuille pendant l'essai diélectrique (trois versions différentes)		89

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) POUR APPLICATIONS TERRESTRES – QUALIFICATION DE LA CONCEPTION ET HOMOLOGATION –

Partie 1: Exigences d'essai

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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61215-1 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette deuxième édition de l'IEC 61215-1 annule et remplace la première édition de l'IEC 61215-1 parue en 2016, dont elle constitue une révision technique.

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

- a) Ajout d'un essai issu de l'IEC TS 62782.
- b) Ajout d'un essai issu de l'IEC TS 62804-1.

- c) Ajout de méthodes d'essai exigées pour les modules flexibles. Cette disposition inclut l'ajout de l'essai de flexion (MQT 22).
- d) Ajout de définitions, références et instructions concernant le mode de réalisation de la qualification de la conception et de l'homologation IEC 61215 des modules photovoltaïques bifaces.
- e) Clarification des exigences relatives aux mesurages de la puissance de sortie.
- f) Ajout de poids à la boîte de jonction pendant 200 cycles thermiques.
- g) Exigence stipulant de réaliser un contre-essai conformément à l'IEC TS 62915.
- h) Suppression de l'essai nominal de fonctionnement du module (NMOT - *nominal module operating test*), et de l'essai associé de performances à la température nominale de fonctionnement du module (NMOT - *nominal module operating temperature*), issus de la série IEC 61215.

L'Annexe informative A explique le contexte et le raisonnement qui justifient certaines modifications les plus importantes apportées à la série IEC 61215 dans l'évolution de l'édition 1 à l'édition 2.

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

FDIS	Rapport de vote
82/1828A/FDIS	82/1848/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

La version française de la norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61215, publiées sous le titre général *Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – Qualification de la conception et homologation*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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.

INTRODUCTION

Alors que la Partie 1 de la présente série de normes décrit les exigences (en termes généraux et spécifiques par rapport à la technologie du dispositif), les sous-parties de la Partie 1 définissent les variations technologiques, tandis que la Partie 2 définit un ensemble de procédures d'essai nécessaires pour la qualification de la conception et l'homologation. Les procédures d'essai décrites dans la Partie 2 sont valides pour toutes les technologies de dispositifs.

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) POUR APPLICATIONS TERRESTRES – QUALIFICATION DE LA CONCEPTION ET HOMOLOGATION –

Partie 1: Exigences d'essai

1 Domaine d'application

Le présent document établit les exigences concernant la qualification de conception des modules photovoltaïques terrestres appropriés à un fonctionnement de longue durée dans des climats à l'air libre. La durée de vie utile des modules ainsi qualifiés dépend de leur conception, de leur environnement et de leurs conditions de fonctionnement. Les résultats d'essai ne sont pas une prévision quantitative de la durée de vie des modules.

Sous des climats pour lesquels les températures de fonctionnement du 98^e centile dépassent 70 °C, il est recommandé que les utilisateurs tiennent compte des essais dans des conditions d'essai à des températures plus élevées telles qu'elles sont décrites dans l'IEC TS 63126. Il est recommandé que les utilisateurs qui recherchent la qualification de produits PV dont la durée de vie prévue est inférieure tiennent compte des essais conçus pour les PV de l'électronique grand public, tels qu'ils sont décrits dans l'IEC 63163 (en cours d'élaboration). Les utilisateurs qui souhaitent avoir l'assurance que les caractéristiques soumises à l'essai dans l'IEC 61215 apparaissent de manière constante dans un produit fabriqué peuvent souhaiter utiliser l'IEC 62941 pour ce qui concerne les systèmes de qualité pour la fabrication des modules photovoltaïques.

Le présent document est destiné à s'appliquer à tous les matériaux de modules à plaque plane pour applications terrestres, tels que les types de modules au silicium cristallin et les modules à couches minces. Il ne s'applique pas aux systèmes qui ne constituent pas des applications de longue durée, comme les modules flexibles installés dans des auvents ou des tentes.

Le présent document ne s'applique pas aux modules utilisés avec un ensoleillement intense, même s'il peut être utilisé pour les modules à faible concentration (ensoleillement 1 à 3). Pour les modules à faible concentration, tous les essais sont réalisés en utilisant les niveaux d'éclairement, de courant, de tension et de puissance prévus à la concentration théorique.

Le présent document ne traite pas des particularités des modules PV à électronique intégrée. Toutefois, il peut être utilisé comme fondement pour soumettre à l'essai de tels modules PV.

L'objet de cette séquence d'essais est de déterminer les caractéristiques électriques du module et d'indiquer, dans la mesure du possible avec des contraintes de coût et de temps raisonnables, que le module est capable de supporter une exposition prolongée en site naturel. Les conditions d'essai accélérées sont fondées de manière empirique sur les conditions nécessaires pour reproduire les défaillances sur le terrain observées sélectionnées et sont appliquées de manière égale aux types de modules. Les facteurs d'accélération peuvent varier avec la conception du produit et ainsi les mécanismes de dégradation peuvent ne pas tous se produire. D'autres informations générales concernant les méthodes d'essai accélérées y compris les définitions des termes peuvent être consultées dans l'IEC 62506.

Certains mécanismes de dégradation à long terme ne peuvent raisonnablement être détectés que par l'intermédiaire d'essais des composants, car une longue période est nécessaire à l'apparition des défaillances et car des conditions de contraintes chères à produire sur des zones étendues sont nécessaires. Les essais de composants qui ont atteint un niveau de maturité suffisant pour établir un degré élevé de confiance des critères d'acceptation/de refus

sont intégrés dans la série IEC 61215 au sein du Tableau 1. À l'inverse, les procédures d'essai décrites dans cette série sont effectuées sur des modules dans l'IEC 61215-2.

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 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 60891, *Dispositifs photovoltaïques – Procédures pour les corrections en fonction de la température et de l'éclairement à appliquer aux caractéristiques I-V mesurées*

IEC 60904-1, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 1: Mesurage des caractéristiques courant-tension des dispositifs photovoltaïques*

IEC TS 60904-1-2:2019, *Photovoltaic devices - Part 1: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices* (disponible en anglais seulement)

IEC 60904-3, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 3: Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement énergétique spectral de référence*

IEC 60904-10, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 10: Méthodes de mesure de la dépendance linéaire et de la linéarité*

IEC TS 60904-13, *Photovoltaic devices – Part 13: Electroluminescence of photovoltaic modules* (disponible en anglais seulement)

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

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

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

IEC 61730-2, *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 61853-1, *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV) – Partie 1: Mesures de performance en fonction de l'éclairement et de la température, et caractéristiques de puissance*

IEC TS 62782, *Photovoltaic (PV) modules – Cyclic (dynamic) mechanical load testing* (disponible en anglais seulement)

IEC 62790, *Boîtes de jonction pour modules photovoltaïques - Exigences de sécurité et essais*

IEC TS 62804-1, *Photovoltaic (PV) modules – Test methods for the detection of potential-induced degradation – Part 1: Crystalline silicon* (disponible en anglais seulement)

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

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

IEC 62941, *Modules photovoltaïques (PV) pour applications terrestres – Système de qualité pour la fabrication des modules photovoltaïques*

IEC TS 63163 –¹ *Terrestrial photovoltaic (PV) modules for consumer products – Design qualification and type approval* (disponible en anglais seulement)

Guide ISO/IEC 98-3, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

3 Termes, définitions et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC TS 61836, ainsi que les suivants s'appliquent.

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

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

3.1

tranches de classes de puissance

critères de tri de la puissance (habituellement la puissance maximale) du fabricant du module PV

3.2

tolérances <sur l'étiquette>

plage de valeurs des paramètres électriques figurant sur l'étiquette du module PV, telle que fournie par le fabricant

3.3

MQT

essai de qualité du module

Note 1 à l'article: L'abréviation "MQT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Module Quality Test".

¹ En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: ADTS.

3.4 homologation

essai de conformité effectué sur un ou plusieurs échantillons représentatifs de la production

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-21-08 – essai de type]

3.5 reproductibilité <des mesures>

étroitesse de l'accord entre les résultats des mesures de la même valeur d'une grandeur, dans le cas où les mesures individuelles sont effectuées en faisant varier les conditions de mesure:

- principe de mesure,
- méthode de mesure,
- observateur,
- appareils de mesure,
- étalons de référence,
- laboratoire,
- dans des conditions d'utilisation des appareils de mesure différentes de celles usuellement employées,

après des intervalles de temps assez longs par rapport à la durée d'une seule mesure [conformément au Vocabulaire International de Métrologie (VIM) 3.7]

Note 1 à l'article: Les notions de "principe de mesure" et de "méthode de mesure" sont définies respectivement dans le VIM, en 2.3 et 2.4.

Note 2 à l'article: Le terme "reproductibilité" s'applique également au cas où seules certaines des conditions ci-dessus sont prises en considération, dans la mesure où ces conditions sont indiquées.

Note 3 à l'article: Il est recommandé que les laboratoires déterminent leur reproductibilité conformément aux formules et principes de l'ISO 5725-2.

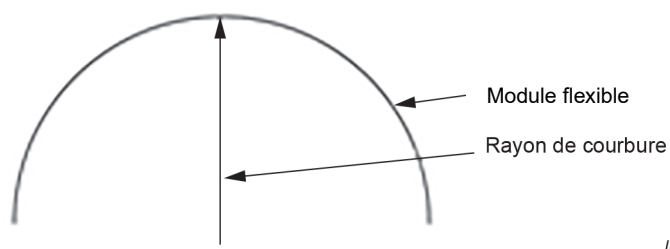
[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-07]

3.6 module flexible

module photovoltaïque ayant un rayon de courbure inférieur ou égal à 500 mm, dans au moins une direction selon la spécification du fabricant et capable de flexion afin d'être conforme à une surface plane ou à une surface courbe

Note 1 à l'article: Un module courbe de forme rigide n'est pas considéré comme un module flexible.

Note 2 à l'article: Le rayon de courbure est défini tel que cela est représenté à la Figure 1. Lors d'un essai, le rayon de courbure appliqué n'est pas inférieur à celui spécifié par le fabricant.



IEC

Figure 1 – Représentation géométrique du rayon de courbure d'un module flexible

3.7

échantillon représentatif

échantillon qui inclut tous les composants du module, sauf certaines parties reproduites

Note 1 à l'article: Les échantillons représentatifs doivent utiliser tous les matériaux et sous-ensembles essentiels, comme cela est décrit à l'Article 4.

3.8

module de très grande taille

module dont la taille dépasse celle des simulateurs classiques du commerce (2,2 m × 1,5 m)

Note 1 à l'article: Un module de très grande taille dépasse 2,2 m de longueur ou de largeur, ou dépasse 1,5 m dans les deux dimensions. Ainsi, un module de 3 m × 0,3 m est considéré comme un module de très grande taille, tout comme un module de 2,2 m × 2,2 m.

Note 2 à l'article: Les modules de très grande taille sont exemptés des exigences d'uniformité de l'éclairement spatial d'un simulateur de classe A, comme cela est décrit dans l'essai MQT 02 de l'IEC 61215-2.

Note 3 à l'article: Pendant les séquences d'essais, des échantillons représentatifs peuvent se substituer aux modules de très grande taille, dans les limites décrites à l'Article 4.

Note 4 à l'article: Dans les versions ultérieures, les dimensions de seuil pour qu'un module soit considéré comme de très grande taille seront probablement augmentés.

3.9

modules photovoltaïques bifaces

modules qui peuvent convertir l'irradiation reçue à la fois sur la face avant et sur la face arrière en énergie électrique par le biais de l'effet photovoltaïque

3.10

coefficients de bifacialité

rapports entre les caractéristiques $I-V$ de la face arrière et de la face avant d'un module biface, chaque caractéristique étant mesurée dans les conditions normales d'essai (STC - *Standard Test Conditions*) (IEC TS 61836), à savoir le coefficient de bifacialité sous courant de court-circuit ϕ_{ISC} , le coefficient de bifacialité sous tension de circuit ouvert ϕ_{VOC} et le coefficient de bifacialité sous puissance maximale ϕ_{Pmax}

Note 1 à l'article: Les coefficients de bifacialité sont définis de manière exhaustive au 6.2 de l'IEC TS 60904-1-2:2019.

3.11

éclairage de plaque signalétique biface

BNPI

éclairage le plus élevé auquel est effectuée la vérification de la plaque signalétique des modules bifaces qui correspond à 1 000 W/m² à l'avant du module et à 135 W/m² à l'arrière du module, appliqué à toute méthode admise par l'IEC TS 60904-1-2

Note 1 à l'article: L'abréviation "BNPI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "bifacial nameplate irradiance".

3.12

éclairage de contrainte biface

BSI

éclairage le plus élevé auquel sont mesurés les courants de contrainte sur les modules bifaces qui correspond à 1 000 W/m² à l'avant du module et à 300 W/m² à l'arrière du module, appliqué par toute méthode admise par l'IEC TS 60904-1-2, caractéristique $I-V$ à laquelle peut extrapolé à partir d'éclairements inférieurs

Note 1 à l'article: L'abréviation "BSI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "bifacial stress irradiance".