

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating –
Part 2: Spectral responsivity, incidence angle and module operating temperature
measurements**

**Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules
photovoltaïques (PV) –
Partie 2: Mesurages de réponse spectrale, d'angle d'incidence et de température
de fonctionnement des modules**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-3584-3

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Sampling.....	8
4 Testing.....	8
5 Report.....	9
6 Procedure for spectral responsivity measurement.....	10
7 Procedure for the measurement of incidence angle effects.....	10
7.1 Purpose.....	10
7.2 Indoor test method.....	11
7.2.1 General.....	11
7.2.2 Apparatus.....	11
7.2.3 Set-up procedure.....	12
7.2.4 Measurement procedure.....	12
7.3 Outdoor test method.....	13
7.3.1 General.....	13
7.3.2 Apparatus.....	13
7.3.3 Set-up procedure.....	14
7.3.4 Measurement procedure.....	15
7.4 Interpolation of angular transmission $\tau(\theta)$	16
8 Methodology for determining coefficients for calculating module operating temperature.....	17
8.1 General.....	17
8.2 Testing and data processing.....	17
8.3 Apparatus.....	17
8.4 Test module mounting.....	18
8.5 Procedure.....	18
8.6 Evaluation.....	19
Figure 1 – Overview of the testing cycle to be carried out in IEC 61853-2.....	9
Figure 2 – Positions for measuring the temperature of the test module behind the cells.....	13

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE
PERFORMANCE TESTING AND ENERGY RATING –

**Part 2: Spectral responsivity, incidence angle and
module operating temperature measurements**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61853-2 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
82/1133/FDIS	82/1156/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 61853 series, published under the general title *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating*, can be found on the IEC website.

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

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

INTRODUCTION

Photovoltaic (PV) modules are typically rated at standard test conditions (STC) of 25 °C cell temperature, 1 000 W·m⁻² irradiance, and air mass (AM) 1.5 global (G) spectrum. However, the PV modules in the field operate over a range of temperatures, irradiance, and spectra. To accurately predict the energy production of the modules under various field conditions, it is necessary to characterize the modules at a wide range of temperatures, irradiances, angles of incidence, and spectra.

Recognizing this issue, IEC Technical Committee 82 Working Group 2 (TC 82/WG 2) has developed an appropriate power and energy rating standard (IEC 61853). The first part of this four-part standard requires the generation of a 23-element maximum power (P_{\max}) matrix at four different temperatures and seven different irradiance levels. The P_{\max} matrix can be generated using an indoor solar simulator method or outdoor natural sunlight method. The outdoor test method introduces little/no spectral mismatch error and is much less expensive than the indoor test method because it avoids the use of very expensive solar simulators. However, obtaining an accurate and repeatable P_{\max} matrix using the outdoor method over time (several months or years) would be extremely challenging.

This standard consists of four parts:

- IEC 61853-1: *Irradiance and temperature performance measurements and power rating*, which describes requirements for evaluating PV module performance in terms of power (watts) rating over a range of irradiances and temperatures;
- IEC 61853-2: *Spectral responsivity, incidence angle, and module operating temperature measurements*, which describes test procedures for measuring the effect of varying angle of incidence and sunlight spectra as well as the estimation of module temperature from irradiance, ambient temperature, and wind speed;
- IEC 61853-3¹: *Energy rating of PV modules*, which describes the calculations for PV module energy (watt-hours) ratings; and
- IEC 61853-4²: *Standard reference climatic profiles*, which describes the standard time periods and weather conditions that can be used for the energy rating calculations.

Included in the IEC 61853 series of standards are: test methods designed to map module performance over a wide range of temperature and irradiance conditions (IEC 61853-1); test methods to determine spectral responsivity, incidence angle effects and the module operating temperature all as functions of ambient conditions (IEC 61853-2); methods for evaluating instantaneous and integrated power and energy results including a method for stating these results in the form of a numerical rating (IEC 61853-3); and definition of reference irradiance and climatic profiles (IEC 61853-4).

IEC 61853-1 describes requirements for evaluating PV module performance in terms of power (watts) rating over a range of irradiances and temperatures. IEC 61853-2 describes procedures for measuring the performance effect of angle of incidence, the estimation of module temperature from irradiance, ambient temperature and wind speed, and impact of spectral responsivity on module performance. IEC 61853-3 describes the calculations of PV module energy (watt-hours) ratings. IEC 61853-4 describes the standard time periods and weather conditions that can be utilized for calculating energy ratings.

¹ Under preparation: Stage at the time of publication: IEC/ACDV 61853-3:2016.

² Under preparation: Stage at the time of publication: IEC/ACDV 61853-4:2016.

IEC published the first part of the standard in January 2011. This standard specifies the performance measurements of PV modules at 23 different sets of temperature and irradiance conditions, using either a solar simulator (indoor) or natural sunlight (outdoor). There are many possible indoor and outdoor techniques, and this standard allows several of them. Validation of these techniques for repeatability over time within the same laboratory and for reproducibility among multiple laboratories is extremely important for the successful implementation of this standard.

PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE PERFORMANCE TESTING AND ENERGY RATING –

Part 2: Spectral responsivity, incidence angle and module operating temperature measurements

1 Scope

The IEC 61853 series establishes IEC requirements for evaluating PV module performance based on power (watts), energy (watt-hours) and performance ratio (PR). It is written to be applicable to all PV technologies, but may not work well for any technology where the module performance changes with time (e.g. modules change their behaviour with light or thermal exposure), or which experience significant non-linearities in any of their characteristics used for the modelling.

The purpose of this part of IEC 61853 is to define measurement procedures for measuring the effects of angle of incidence of the irradiance on the output power of the device, to determine the operating temperature of a module for a given set of ambient and mounting conditions and measure spectral responsivity of the module. A second purpose is to provide a characteristic set of parameters which will be useful for detailed energy predictions. The described measurements are required as inputs into the module energy rating procedure described in IEC 61853-3.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60410³, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60891, *Photovoltaic devices – Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics*

IEC 60904-1, *Photovoltaic devices – Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics*

IEC 60904-2, *Photovoltaic devices – Part 2: Requirements for photovoltaic reference devices*

IEC 60904-5, *Photovoltaic devices – Part 5: Determination of equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method*

IEC 60904-8, *Photovoltaic devices – Part 8: Measurement of spectral responsivity of a photovoltaic (PV) device*

IEC 60904-9, *Photovoltaic devices – Part 9: Solar simulator performance requirements*

IEC 60904-10, *Photovoltaic devices – Part 10: Methods of linearity measurement*

³ Withdrawn.

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 61646, *Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*

IEC 61853-1:2011, *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating*

ISO 9059, *Solar energy – Calibration of field pyrheliometers by comparison to a reference pyrheliometer*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application.....	25
2 Références normatives	25
3 Échantillonnage	26
4 Essais	26
5 Rapport	28
6 Procédure de mesure de la réponse spectrale.....	28
7 Procédure de mesure des effets de l'angle d'incidence	29
7.1 Objet	29
7.2 Méthode d'essai en intérieur.....	29
7.2.1 Généralités	29
7.2.2 Appareillage	30
7.2.3 Procédure d'installation.....	31
7.2.4 Procédure de mesure.....	31
7.3 Méthode d'essai en extérieur.....	32
7.3.1 Généralités	32
7.3.2 Appareillage	32
7.3.3 Procédure d'installation.....	34
7.3.4 Procédure de mesure.....	34
7.4 Interpolation de la transmission angulaire $\tau(\theta)$	36
8 Méthodologie de détermination des coefficients de calcul de la température de fonctionnement du module	36
8.1 Généralités	36
8.2 Essai et traitement des données.....	36
8.3 Appareillage.....	37
8.4 Montage du ou des modules d'essai	38
8.5 Procédure	38
8.6 Évaluation.....	39
Figure 1 – Vue d'ensemble du cycle d'essais à réaliser dans l'IEC 61853-2.....	27
Figure 2 – Positions de mesure de la température du module d'essai derrière les cellules.....	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS DE PERFORMANCE ET CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES D'ÉNERGIE DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) –

Partie 2: Mesurages de réponse spectrale, d'angle d'incidence et de température de fonctionnement des modules

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A 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 61853-2 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/1133/FDIS	82/1156/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61853, publiées sous le titre général *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

Les modules photovoltaïques (PV) sont généralement caractérisés dans des conditions normales d'essai (STC – standard test conditions), c'est-à-dire une température de cellule de 25 °C, un éclairement de 1 000 W·m⁻² et un spectre global (G) de 1,5 sous masse d'air (AM – air mass). Les modules photovoltaïques in situ fonctionnent toutefois sur une plage de températures, d'éclairements et de spectres différents. La caractérisation des modules fonctionnant sur une plage étendue de températures, d'éclairements, d'angles d'incidence et de spectres est nécessaire pour une prévision exacte de la production d'énergie des modules dans diverses conditions en milieu réel.

Conscient de cette question, le groupe de travail 2 du comité d'études 82 de l'IEC (GT 2/CE 82) a élaboré une norme appropriée relative aux caractéristiques assignées de puissance et d'énergie (IEC 61853). La première partie de cette norme comportant quatre parties exige la création d'une matrice de puissance maximale à 23 éléments (P_{\max}) avec quatre températures différentes et sept niveaux d'éclairements différents. Une méthode par simulateur solaire en intérieur ou une méthode par lumière solaire naturelle en extérieur permet de créer la matrice P_{\max} . La méthode d'essai en extérieur limite, voire exclut, toute erreur de mesure de la réponse spectrale et s'avère bien moins onéreuse que la méthode d'essai en intérieur étant donné qu'elle n'utilise pas de simulateurs solaires très coûteux. L'obtention d'une matrice P_{\max} exacte et reproductible à l'aide de la méthode en extérieur serait toutefois extrêmement difficile dans la durée (plusieurs mois ou années).

La présente norme comprend quatre parties:

- IEC 61853-1: *Mesures de performance en fonction de l'éclairement et de la température, et caractéristiques de puissance*, qui définit les exigences relatives à l'évaluation de la performance d'un module photovoltaïque, en termes de caractéristiques assignées de puissance (watts), sur une plage d'éclairements et de températures;
- IEC 61853-2: *Mesurages de réponse spectrale, d'angle d'incidence et de température de fonctionnement des modules*, qui définit les procédures d'essai pour mesurer l'effet de divers angles d'incidence et spectres de lumière solaire, ainsi que pour évaluer la température des modules à partir de l'éclairement, de la température ambiante et de la vitesse du vent;
- IEC 61853-3¹: *Energy rating of PV modules* (disponible en anglais seulement), qui définit les calculs des caractéristiques assignées d'énergie (watts-heures) d'un module photovoltaïque; et
- IEC 61853-4²: *Standard reference climatic profiles* (disponible en anglais seulement), qui définit les périodes de temps et les conditions atmosphériques normalisées qui peuvent être utilisées pour calculer les caractéristiques assignées d'énergie.

La série de normes IEC 61853 comprend des méthodes d'essai conçues pour représenter la performance des modules sur une plage étendue de conditions de température et d'éclairement (IEC 61853-1), des méthodes d'essai pour déterminer la réponse spectrale, les effets de l'angle d'incidence et la température de fonctionnement du module, en fonction des conditions ambiantes (IEC 61853-2), des méthodes pour évaluer les résultats de puissance et d'énergie intégrées et instantanées, y compris une méthode pour exprimer ces résultats sous forme de caractéristiques assignées numériques (IEC 61853-3) et la définition de l'éclairement et des profils climatiques de référence (IEC 61853-4).

¹ En préparation. Stade au moment de la publication: IEC/ACDV 61853-3:2016.

² En préparation. Stade au moment de la publication: IEC/ACDV 61853-4:2016.

L'IEC 61853-1 définit les exigences relatives à l'évaluation de la performance des modules photovoltaïques, en termes de caractéristiques assignées de puissance (watts), sur une plage d'éclairements et de températures. L'IEC 61853-2 définit les procédures pour mesurer l'effet de l'angle d'incidence sur la performance, pour évaluer la température des modules à partir de l'éclairement, de la température ambiante et de la vitesse du vent, et l'impact de la réponse spectrale sur la performance des modules. L'IEC 61853-3 définit les calculs des caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (watts-heures). L'IEC 61853-4 définit les périodes de temps et les conditions atmosphériques normalisées qui peuvent être utilisées pour calculer les caractéristiques assignées d'énergie.

L'IEC a publié la première partie de la norme en janvier 2011. La présente norme spécifie les mesurages de performance des modules photovoltaïques selon 23 ensembles différents de conditions de température et d'éclairement, en utilisant soit un simulateur solaire (en intérieur), soit la lumière solaire naturelle (en extérieur). La présente norme permet d'appliquer plusieurs techniques parmi les nombreuses techniques en intérieur et en extérieur possibles. La validation de ces techniques pour une répétabilité dans la durée au sein du même laboratoire et pour une reproductibilité parmi plusieurs laboratoires s'avère extrêmement importante pour la mise en œuvre réussie de la présente norme.

ESSAIS DE PERFORMANCE ET CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES D'ÉNERGIE DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) –

Partie 2: Mesurages de réponse spectrale, d'angle d'incidence et de température de fonctionnement des modules

1 Domaine d'application

La série IEC 61853 établit les exigences de l'IEC relatives à l'évaluation de la performance des modules photovoltaïques sur la base de la puissance (watts), de l'énergie (watts-heures) et du coefficient de performance (PR – performance ratio). Cette série est rédigée de façon à pouvoir s'appliquer à toutes les technologies photovoltaïques, mais elle peut ne pas être bien adaptée à des technologies avec lesquelles la performance des modules varie avec le temps (par exemple, les modules modifient leur comportement avec l'exposition à la lumière ou l'exposition thermique), ou qui connaissent des non-linéarités importantes de leurs caractéristiques, quelles qu'elles soient, utilisées pour la modélisation.

La présente partie de l'IEC 61853 a pour objet de définir des méthodes de mesure des effets de l'angle d'incidence de l'éclairement sur la puissance de sortie du dispositif, de déterminer la température de fonctionnement d'un module pour un ensemble donné de conditions ambiantes et de montage, et de mesurer la réponse spectrale du module. Elle a également pour objet de fournir un ensemble caractéristique de paramètres utiles pour des prévisions d'énergie détaillées. Les mesurages décrits sont exigés comme éléments d'entrée de la procédure de détermination des caractéristiques assignées d'énergie des modules décrite dans l'IEC 61853-3.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60410³, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

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: Mesure des caractéristiques courant-tension des dispositifs photovoltaïques*

IEC 60904-2, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 2: Exigences applicables aux dispositifs photovoltaïques de référence*

IEC 60904-5, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 5: Détermination de la température de cellule équivalente (ECT) des dispositifs photovoltaïques (PV) par la méthode de la tension en circuit ouvert*

³ Retirée.

IEC 60904-8, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 8: Mesure de la sensibilité spectrale d'un dispositif photovoltaïque (PV)*

IEC 60904-9, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 9: Exigences pour le fonctionnement des simulateurs solaires*

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

IEC 61215 (all parts), *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 61646, *Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation*

IEC 61853-1:2011, *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*

ISO 9059, *Énergie solaire – Étalonnage des pyréliomètres de terrain par comparaison à un pyréliomètre de référence*