

NORME 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 nominale de fonctionnement des modules**

get full document from standards.iteh.ai



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2026 IEC, Geneva, Switzerland

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11

info@iec.ch
www.iec.ch

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	5
INTRODUCTION	7
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	8
3 Termes et définitions.....	9
4 Échantillonnage.....	11
4.1 Généralités	11
4.2 Échantillons représentatifs.....	12
5 Essais	12
5.1 Généralités	12
5.2 Stabilisation initiale.....	12
5.3 Séquence d'essai	12
6 Procédure de mesure de la réponse spectrale	13
7 Procédure de mesure de l'effet de l'angle d'incidence.....	14
7.1 Généralités	14
7.2 Objet	16
7.3 Méthode d'essai en intérieur 1: irradiation sur une cellule complète (ou un module complet) ou sur un dispositif optiquement équivalent	16
7.3.1 Généralités	16
7.3.2 Préparation de l'échantillon d'essai.....	17
7.3.3 Appareillage.....	17
7.3.4 Procédure d'installation	19
7.3.5 Procédure de mesure	20
7.3.6 Évaluation des données.....	21
7.3.7 Contributions à l'incertitude.....	22
7.4 Méthode d'essai en intérieur 2: irradiation sur une cellule partiellement ombragée dans un module.....	22
7.4.1 Généralités	22
7.4.2 Préparation de l'échantillon d'essai.....	23
7.4.3 Appareillage.....	23
7.4.4 Procédure d'installation	23
7.4.5 Procédure de mesure pour les modules photovoltaïques c-Si à cellules connectées en série	23
7.4.6 Procédure de mesure pour les modules photovoltaïques c-Si à cellules série-parallèle	25
7.4.7 Procédure de mesure pour les modules photovoltaïques à couche mince intégrés monolithiquement.....	25
7.4.8 Évaluation des données.....	25
7.4.9 Contributions à l'incertitude.....	25
7.5 Méthode d'essai en intérieur 3: irradiation partielle (sur les cellules ou les modules)	26
7.5.1 Généralités	26
7.5.2 Préparation de l'échantillon d'essai.....	26
7.5.3 Appareillage.....	26
7.5.4 Procédure d'installation	28
7.5.5 Procédure de mesure pour les cellules (méthode en intérieur 3a)	29
7.5.6 Procédure de mesure pour les modules (méthode en intérieur 3b)	29

7.5.7	Évaluation des données.....	29
7.5.8	Contributions à l'incertitude.....	30
7.6	Méthode d'essai en intérieur 4: méthode à résolution spectrale	30
7.6.1	Généralités	30
7.6.2	Préparation de l'échantillon d'essai.....	30
7.6.3	Appareillage.....	30
7.6.4	Procédure d'installation	31
7.6.5	Procédure de mesure pour les cellules (méthode en intérieur 4a) et les modules (méthode en intérieur 4b).....	32
7.6.6	Évaluation des données.....	32
7.6.7	Contributions à l'incertitude.....	33
7.7	Méthode d'essai en extérieur 1: méthode absolue	33
7.7.1	Généralités	33
7.7.2	Appareillage.....	33
7.7.3	Procédure d'installation	35
7.7.4	Procédure de mesure	35
7.7.5	Tableau du facteur de transmission angulaire interne relatif $\tau_{\text{rel}}(\theta)$	37
7.7.6	Contributions à l'incertitude.....	38
7.8	Méthode d'essai en extérieur 2: méthode relative.....	38
7.8.1	Généralités	38
7.8.2	Appareillage.....	38
7.8.3	Procédure d'installation	39
7.8.4	Procédure de mesure.....	39
7.8.5	Contributions à l'incertitude.....	40
7.9	Interpolation du facteur de transmission angulaire interne relatif $\tau_{\text{rel}}(\theta)$	41
8	Méthodologie de détermination des coefficients de calcul de la température nominale de fonctionnement du module (NMOT).....	41
8.1	Généralités	41
8.2	Modèle de température du module photovoltaïque	42
8.3	Appareillage.....	43
8.4	Montage du ou des modules d'essai	44
8.5	Procédure.....	44
8.5.1	Généralités	44
8.5.2	Enregistrement des données.....	44
8.5.3	Filtrage des données.....	45
8.5.4	Détermination de u_0	46
8.5.5	Détermination de u_1	46
8.5.6	Calcul de la NMOT.....	46
8.6	Sources d'incertitude	47
9	Rapport	47
9.1	Généralités	47
9.2	Exigences spécifiques pour les mesures de SR	48
9.3	Exigences spécifiques relatives aux mesures de l'effet de l'angle d'incidence	48
9.4	Exigences spécifiques pour les mesures de NMOT	51
Annexe A (informative)	Exceptions spécifiques aux modules photovoltaïques installés sur des bâtiments	52
A.1	Généralités	52
A.2	Réponse spectrale des modules colorés	52

A.2.1	Généralités	52
A.2.2	Taille du faisceau monochromatique incident: modes de sur-irradiation et de sous-irradiation.....	52
A.2.3	Mesurages de la réponse spectrale des échantillons polychromes à motif répété.....	54
A.2.4	Mesurages de la réponse spectrale des échantillons polychromes à motif non répété.....	54
A.2.5	Réponse spectrale des échantillons à dégradé de couleurs.....	55
A.3	Effet de l'angle d'incidence sur les modules avec surface modifiée, traitement antireflet ou coloration	55
A.4	Conditions thermiques spécifiques des modules installés sur des bâtiments	56
Annexe B (normative) Effets de la lumière parasite dans les méthodes de mesure en intérieur des effets de l'angle d'incidence et procédure de correction		57
B.1	Origine des effets possibles de la lumière parasite.....	57
B.2	Procédure de correction	58
B.2.1	Généralités	58
B.2.2	Appareillage	59
B.2.3	Procédure d'installation	60
B.2.4	Procédure de mesure	60
B.2.5	Procédure de correction	60
B.2.6	Exemple de calcul de la taille de l'écran d'ombrage (à titre informatif)	61
Annexe C (informative) Diagrammes représentant l'évaluation des données brutes et la détermination des paramètres u_0 et u_1 dans les mesures NMOT		62
Bibliographie.....		66
Figure 1 – Définitions de l'angle d'incidence (3.1) et du champ de vision (3.2) pour les mesures avec des simulateurs solaires en intérieur (7.3 et 7.4).....		10
Figure 2 – Vue d'ensemble du cycle d'essai à réaliser selon l'IEC 61853-2 (en référence aux essais de qualité des modules [MQT] dans l'IEC 61215-2)		13
Figure 3 – Taille minimale d'un mini-module à 1 cellule		14
Figure 4 – Méthode d'alignement optique (7.3.4.b.3): les points rouges indiquent les 4 points correctement alignés; les croix indiquent les conditions de désalignement		20
Figure 5 – Exemples de la fonction $\tau_{rel}(\theta)$ d'un module photovoltaïque type		22
Figure 6 – Méthode d'essai en intérieur 2: masquage des cellules avec un ruban adhésif opaque et axe de rotation		23
Figure 7 – Détermination des points d'intersection des courbes de $(N - 1)$ cellules "non ombragées" et des courbes I-V "ombragées"		24
Figure 8 – Exemple de schéma fonctionnel d'un instrument de mesure de l'effet de l'angle d'incidence qui utilise la méthode d'irradiation partielle sur un module (méthode d'essai en intérieur 3b)		27
Figure 9 – Positions recommandées pour mesurer la température du module en essai derrière les cellules		34
Figure 10 – Exemples de dimensions de la source de lumière.....		49
Figure 11 – Distances à consigner pour les mesures de l'effet de l'angle d'incidence avec les méthodes d'essai en intérieur 1 et 2		49
Figure A.1 – Tailles possibles du faisceau monochromatique dans les mesurages de SR des modules photovoltaïques (voir IEC 60904-8).....		53
Figure A.2 – Exemple de mesures de la SR sur un module de couleur bleu-blanc (représenté dans les encadrés) en mode de sous-irradiation.....		53

Figure A.3 – Exemples de mesures de la réponse spectrale de modules photovoltaïques de différentes couleurs sur des échantillons monochromes	54
Figure A.4 – Exemple d'effet de l'angle d'incidence et de l'interpolation à partir du 7.9 pour un module avec un traitement antireflet dont l'ajustement optimal n'est pas suffisant	55
Figure B.1 – Exemple de lumière parasite pouvant provenir des surfaces des murs, du plafond ou des sols de la chambre noire	58
Figure B.2 – Schéma de l'appareillage de correction de la lumière parasite dans les méthodes d'essai en intérieur 1 et 2 pour le mesurage de l'effet de l'angle d'incidence	59
Figure B.3 – Schéma de calcul de la taille de l'écran d'ombrage X_i pour un simulateur solaire dont la taille de la lampe L est supérieure à la taille de la cellule de référence L'	61
Figure C.1 – Distribution de fréquence des données d'éclairement par tranches de 100 W m^{-2}	62
Figure C.2 – Distribution de fréquence des données de vitesse du vent par tranches de 1 m s^{-1}	62
Figure C.3 – Données mesurées ($T_M - T_{\text{amb}}$) représentées en fonction de l'éclairement dans le plan de réseau G_{POA}	63
Figure C.4 – Données mesurées et données filtrées, respectant les critères de stabilité pour la vitesse du vent, l'éclairement et la température du module	63
Figure C.5 – Données filtrées avec diagonale N_{gg}	64
Figure C.6 – Données filtrées et données modélisées $T_M - T_{\text{amb}} = \frac{G_{\text{POA}}}{u_0 + u_1 \times v_w}$	64
Figure C.7 – Résidus des données filtrées T_M et des données modélisées $T_{M,\text{modellé}}$: ($T_M - T_{M,\text{modellé}}$)	65
Tableau 1 – Méthodes de mesure de l'effet de l'angle d'incidence	14
Tableau 2 – Méthode à résolution spectrale (méthode d'essai en intérieur 4): correspondance entre la préparation de l'échantillon et l'appareillage pour le mesurage de l'effet de l'angle d'incidence et de la réponse spectrale (SR) selon l'IEC 60904-8	31

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 nominale de fonctionnement des modules

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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 61853 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 deuxième édition annule et remplace la première 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) Un nouvel Article 3 a été ajouté;
- b) De nouvelles méthodes de mesure ont été adoptées à l'Article 7;
- c) Une nouvelle procédure de filtrage des données a été ajoutée à l'Article 8;
- d) L'Annexe A (informative), l'Annexe B (normative) et l'Annexe C (informative) ont été ajoutées;
- e) Le terme "étalonnage" a été supprimé;
- f) La formulation des Articles 4 et 5 a été alignée sur l'Édition 2 de l'IEC 61215;
- g) L'angle d'inclinaison pour les mesures NMOT a été harmonisé à $(37 \pm 5)^\circ$ dans l'ensemble du texte;
- h) La distance du fond du module d'essai dans les mesures NMOT a été portée à 1 m au-dessus du plan horizontal du point d'observation ou du niveau du sol;
- i) Les essais ont été modifiés pour inclure des méthodologies de mesure des modules photovoltaïques (PV) bifaces.

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

Projet	Rapport de vote
82/2626/FDIS	82/2660/RVD

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

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61853-2, publiées sous le titre général *Essais de performance et caractéristiques assignées d'énergie des modules photovoltaïques (PV)*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

INTRODUCTION

Les modules photovoltaïques (PV) sont habituellement caractérisés dans des conditions normales d'essai (STC, *Standard Test Conditions*), c'est-à-dire une température de cellule de 25 °C, un éclairement total de 1 000 Wm⁻², une incidence normale et un spectre de 1,5 sous masse d'air (AM, *Air Mass*). Les modules photovoltaïques in situ fonctionnent toutefois sur une plage de températures, d'éclairements totaux et spectraux, ainsi que d'angles d'incidence différents. Par conséquent, les modules photovoltaïques peuvent également être caractérisés en fonction de la production d'énergie calculée dans un ensemble normalisé de conditions climatiques et d'environnement.

Cette série propose une méthode normalisée pour l'évaluation de l'énergie et 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 ce qui concerne les caractéristiques assignées de puissance, sur une plage d'éclairements et de températures;
- IEC 61853-2: Mesurages de réponse spectrale, d'angle d'incidence et de température nominale de fonctionnement des modules, qui définit les procédures d'essai pour mesurer l'effet de différents 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 61853-3: Caractéristiques assignées d'énergie des modules PV, qui définit les calculs des caractéristiques assignées d'énergie d'un module photovoltaïque; et
- IEC 61853-4: Profils climatiques de référence normalisés, qui définit les durées et les conditions atmosphériques normalisées qui peuvent être utilisées pour calculer les caractéristiques assignées d'énergie.

get full document from standards.iteh.ai

1 Domaine d'application

La série IEC 61853 établit les exigences de l'IEC relatives à l'évaluation de la performance des modules photovoltaïques en fonction de la puissance (watts), de l'énergie (joules ou watts-heures) et du coefficient de performance. Cette série est rédigée de façon à pouvoir s'appliquer à toutes les technologies photovoltaïques, y compris les modules photovoltaïques bifaces, mais elle peut ne pas convenir à toute technologie avec laquelle 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 connaît des non-linéarités importantes dans l'une de ses caractéristiques utilisées pour la modélisation.

Cette deuxième partie de l'IEC 61853 a pour objet de définir des méthodes pour mesurer les 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 spécifique de conditions ambiantes et de montage, et de mesurer la réponse spectrale du module.

NOTE 1 Dans la série IEC 61853, les mesures de la réponse spectrale sont utilisées pour calculer les facteurs de correction spectrale, en combinaison avec les données d'éclairement spectral normalisées et spécifiques à l'emplacement de la Partie 4. Elles sont ensuite appliquées dans le calcul des caractéristiques assignées d'énergie décrit dans la Partie 3 pour tenir compte des incohérences entre le spectre de référence AM1.5 par rapport à ce qui peut être détecté par un détecteur d'éclairement de référence (par exemple, un pyranomètre). Il est important de noter que sans données de réponse spectrale, les écarts qui résultent du calcul des caractéristiques assignées d'énergie peuvent être significatifs; cependant, la réponse spectrale seule ne fournit pas d'informations sur les gains ou les pertes d'énergie.

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 [28]¹. Cependant, les résultats des mesures décrites dans la présente partie peuvent également être utilisés à d'autres fins, le cas échéant, par exemple pour la prévision du rendement avec des outils de simulation disponibles dans le commerce qui nécessitent la réponse spectrale ou l'effet de l'angle d'incidence.

Les modules photovoltaïques à installer sur des bâtiments (qu'il s'agisse de systèmes photovoltaïques intégrés au bâtiment ou appliqués au bâtiment, respectivement BIPV ou BAPV) peuvent présenter des propriétés spectrales, optiques et thermiques très particulières. Le présent document peut être appliqué pour les caractéristiques assignées d'énergie de ces modules et leur spécificité est représentée à l'Annexe A. Toutefois, il est important que le lecteur soit conscient que, dans certaines de ces circonstances, la performance thermique du module en essai peut être fortement influencée par la configuration de montage spécifique.

NOTE 2 L'IEC TS 63126 [1] comporte une annexe informative qui peut être utilisée comme guide pour obtenir des informations sur les températures de fonctionnement du module pour plusieurs emplacements et configurations de montage. À partir des cartes du 98^e centile qui y sont fournies, le lecteur peut déduire un décalage de température susceptible d'être appliqué pour évaluer l'effet des configurations de montage sur les températures de fonctionnement à utiliser dans les caractéristiques assignées d'énergie calculées dans la Partie 3 de la présente série. Cependant, l'estimation de ce décalage n'entre pas dans le domaine d'application du présent document.

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

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

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

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 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*

IEC 60904-8:2014, *Dispositifs photovoltaïques - Partie 8: Mesure de la sensibilité spectrale d'un dispositif photovoltaïque (PV)*

IEC 60904-9, *Dispositifs photovoltaïques - Partie 9: Classification des caractéristiques des simulateurs solaires*

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

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

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

ISO 2859-1, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs - Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

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

ISO 9060, *Énergie solaire - Spécification et classification des instruments de mesurage du rayonnement solaire hémisphérique et direct*

3 Termes et définitions

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

3.1 angle d'incidence

AOI

θ

angle entre le rayon radiant direct et la normale à la surface active (voir Figure 1)

Note 1 à l'article: Pour le calcul de l'angle d'incidence lors des essais en intérieur avec des simulateurs solaires, le centre de la lampe flash est pris en compte. Lorsque le simulateur solaire ne peut pas être considéré comme une source ponctuelle, le laboratoire d'essai peut prendre en compte tout écart par rapport à l'angle d'incidence nominal comme source d'incertitude de mesure.

Note 2 à l'article: Unité: °

Note 3 à l'article: L'abréviation "AOI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "angle of incidence".

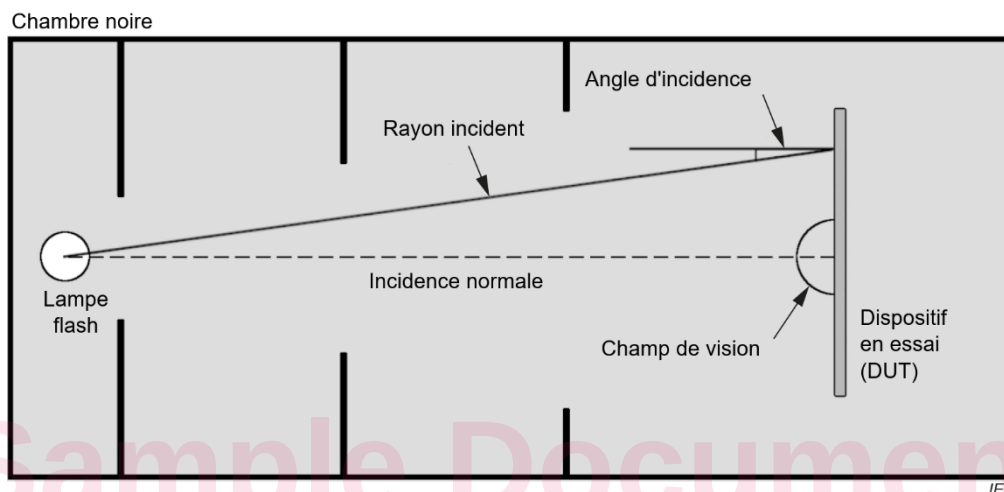


Figure 1 – Définitions de l'angle d'incidence (3.1) et du champ de vision (3.2) pour les mesures avec des simulateurs solaires en intérieur (7.3 et 7.4)

3.2 champ de vision

angle solide tel que "vu " par le récepteur (angle d'acceptation), par exemple, d'un module solaire, duquel le récepteur reçoit un rayonnement

Note 1 à l'article: Dans les mesures de l'angle d'incidence, il équivaut à l'angle solide de 2π formé par le plan de l'échantillon d'essai (voir Figure 1).

Note 2 à l'article: Unité: sr

3.3 température nominale de fonctionnement du module NMOT

température d'équilibre moyenne des cellules photovoltaïques d'un module photovoltaïque monté avec un angle d'inclinaison de $(37 \pm 5)^\circ$ et fonctionnant à sa puissance maximale sous un éclairage global dans le plan de 800 W m^{-2} , une température ambiante de 20°C et une vitesse du vent 1 m s^{-1}

Note 1 à l'article: Unité: °C

Note 2 à l'article: L'abréviation "NMOT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "nominal module operating temperature".

3.4**facteur de transmission angulaire interne relatif**

$$\tau_{\text{rel}}(\theta)$$

quotient du facteur de transmission de l'air vers la cellule photovoltaïque sous un angle d'incidence θ , et du facteur de transmission sous incidence normale $\theta = 0^\circ$

Note 1 à l'article: Également appelé "facteur d'angle d'incidence", IAM(θ)

Note 2 à l'article: Unité: sans dimension

3.5**facteur de transmission angulaire spectral interne relatif**

$$\tau_{\text{rel}}(\theta, \lambda)$$

facteur d'angle d'incidence**IAM**

facteur de transmission angulaire interne relatif en fonction de la longueur d'onde

Note 1 à l'article: Unité: sans dimension

Note 2 à l'article: L'abréviation "IAM" est dérivée du terme anglais développé correspondant "incidence angle modifier".

3.6**échantillon représentatif**

échantillon comprenant tous les composants du module qui sont fonctionnels pour l'essai spécifique pris en compte

3.7**réponse spectrale**

$$S(\lambda)$$

densité de courant électrique en court-circuit générée par un éclairage de l'unité à une longueur d'onde donnée, représentée graphiquement en fonction de la longueur d'onde

Note 1 à l'article: Unité: A W⁻¹

3.8**volume cible**

volume délimité par l'élément actif (cellule, cellules ou module entier) lors de la rotation

Note 1 à l'article: Unité: m³ ou cm³

3.9**volume d'influence**

volume délimité par l'élément actif associé à la dimension d'une demi-cellule dans toutes les directions lors de la rotation

Note 1 à l'article: Unité: m³ ou cm³

4 Échantillonnage**4.1 Généralités**

Jusqu'à trois modules doivent être prélevés au hasard dans un ou plusieurs lots de production, conformément à la règle décrite dans l'ISO 2859-1. Afin d'assurer la stabilité des valeurs de puissance, les modules doivent d'abord être stabilisés conformément au 5.2. Un module (ou un échantillon représentatif équivalent) doit être utilisé pour chacun des trois essais: mesurages de réponse spectrale, d'angle d'incidence et de température nominale de fonctionnement du module. Un seul module peut être fourni si les essais doivent être réalisés en séquence. Jusqu'à trois modules doivent être fournis si les essais doivent être réalisés en parallèle. Le rapport d'essai doit préciser si un seul module ou différents modules ont été utilisés.

Les modules doivent avoir été fabriqués à partir de matériaux et de composants spécifiés, conformément aux dessins et aux descriptifs des procédés de fabrication correspondants. Ils doivent également avoir été soumis au contrôle normal du fabricant, ainsi qu'aux procédures de contrôle qualité et d'acceptation de la production. Les modules doivent être complets, jusque dans les moindres détails, et doivent être accompagnés des instructions de manipulation et d'assemblage final du fabricant, en ce qui concerne l'installation recommandée des diodes, châssis, supports, etc.

Lorsque les dispositifs en essai (DUT, *Devices Under Test*) sont des prototypes d'une nouvelle conception et non issus de la production, le rapport d'essai doit en faire mention.

4.2 Échantillons représentatifs

Les mesurages de la réponse spectrale et de l'effet de l'angle d'incidence peuvent être réalisés sur des échantillons représentatifs dans les circonstances décrites à l'Article 6 et à l'Article 7, respectivement. En général, pendant la conception et la fabrication des échantillons représentatifs, les cellules, les encapsulants et les méthodes d'encapsulation, ainsi que les distances d'isolement et lignes de fuite autour de tous les bords, doivent être identiques à ceux des produits réels grandeur nature.

Si des échantillons représentatifs sont utilisés, le rapport d'essai doit inclure un tableau qui répertorie les dimensions des échantillons en essai. Le tableau doit contenir la mention suivante: "Des échantillons plus petits ont été utilisés pour certains essais, comme cela est indiqué ci-dessus. L'utilisation d'échantillons plus petits peut compromettre les résultats des essais."

Lors de l'utilisation d'échantillons représentatifs, la stabilisation initiale et la détermination de la puissance maximale avant et après l'essai (voir l'Article 5) doivent également être effectuées sur les échantillons représentatifs.

5 Essais

5.1 Généralités

En procédant aux essais, les instructions de manipulation, de montage, de raccordement et de nettoyage du fabricant doivent être respectées.

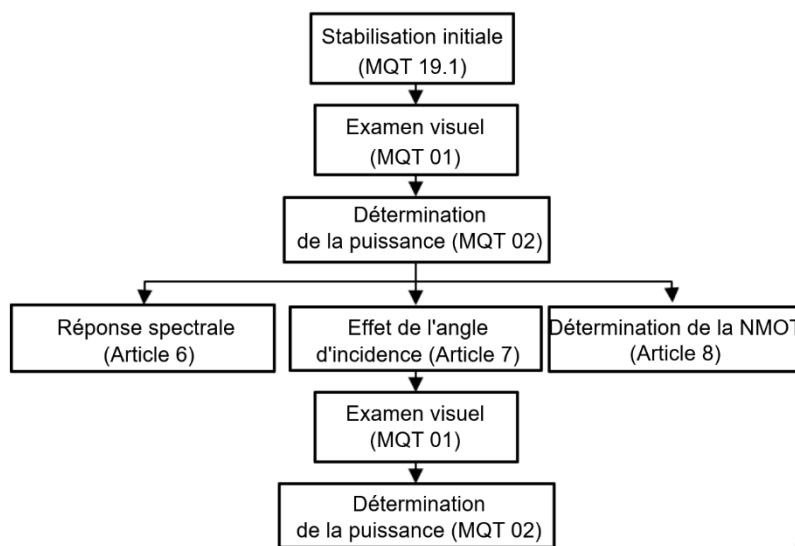
Si le module en essai est destiné à être utilisé avec un châssis qui recouvre les bords du substrat, chaque essai doit alors être réalisé avec un châssis analogue.

5.2 Stabilisation initiale

Avant de commencer les mesurages, tous les DUT doivent être stabilisés électriquement, comme cela est spécifié dans les documents spécifiques de la série IEC 61215 (MQT 19.1) selon la technologie du DUT.

5.3 Séquence d'essai

La Figure 2 donne une vue d'ensemble de la procédure d'essai à exécuter.



IEC

Figure 2 – Vue d'ensemble du cycle d'essai à réaliser selon l'IEC 61853-2 (en référence aux essais de qualité des modules [MQT] dans l'IEC 61215-2)

6 Procédure de mesure de la réponse spectrale

La réponse spectrale $S(\lambda)$ d'un module photovoltaïque influe sur la quantité de courant produit pour tout éclairement spectral donné. Normalement, il n'est pas nécessaire de mesurer $S(\lambda)$ pour toutes les valeurs possibles d'éclairement et de température auxquelles un module est exposé lorsqu'il fonctionne à l'extérieur. Il convient que l'exactitude d'un mesurage unique soit suffisante pour toutes les conditions de fonctionnement prévues. Cette nécessité peut être vérifiée par un contrôle de la linéarité des conditions de court-circuit mesurée dans l'IEC 61853-1 [28]. S'il convient d'observer une non-linéarité du courant de court-circuit par rapport à l'éclairement ou à la température supérieure à 3 %, une étude plus approfondie peut être justifiée pour déterminer si $S(\lambda)$ varie en fonction de l'éclairement et de la température. Si $S(\lambda)$ d'un type de module particulier est fonction de l'éclairement ou de la température, il convient de mentionner ce résultat dans le rapport d'essai.

Pour mesurer $S(\lambda)$, la procédure décrite dans l'IEC 60904-8 doit être suivie en utilisant la condition de court-circuit, la température de cellule de 25 °C et une lumière de polarisation appropriée, lorsque cela est exigé par l'IEC 60904-8. Il convient si possible d'appliquer cette procédure sur le module grandeur nature, c'est-à-dire qu'il convient de caractériser le module dans son intégralité. En cas d'impossibilité, un échantillon représentatif plus petit, optiquement équivalent en ce qui concerne la construction et les matériaux, peut être utilisé, ou il convient de caractériser une cellule unique du module selon les mesurages décrits dans l'IEC 60904-8.

Les échantillons représentatifs optiquement équivalents peuvent être des modules à 1 cellule ("mini-modules") dont la taille minimale est indiquée à la Figure 3. Pour d'autres dispositions de cellules, telles que les cellules coupées en deux, une configuration analogue s'applique.