IEC 63387-1

Edition 1.0 2026-08

NORME INTERNATIONALE

Modules CPV/PV hybrides: Caractéristiques générales et procédures de mesure - Partie 1: Mesurages de performances et caractéristiques assignées de puissance - Éclairement et température

ICS 27.160

ISBN 978-2-8327-1405-8

IEC 63387-1:2026-08(fr)



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 Varembé
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 3
INTRODUCTION 5
1 Domaine d'application 6
2 Références normatives 6
3 Termes et définitions 6
4 Échantillonnage 8
5 Étiquetage du DUT – Marquage indélébile 9
6 Informations préliminaires mentionnées par le fabricant 9
7 Méthodes d'essai 10
8 Rapport 10
9 Sensibilité angulaire de puissance 11
9.1 Généralités 11
9.2 Détermination des coefficients de collecte 12
10 Condition de caractéristiques assignées de puissance 16
10.1 Généralités 16
10.2 Caractéristiques assignées de puissance en extérieur des modules CPV/PV hybrides à installer sur une structure fixe ou sur un suiveur solaire à un axe 17
10.2.1 Généralités 17
10.2.2 Détermination de l'AOI 17
10.2.3 Détermination de la température moyenne des cellules CPV et PV 19
10.2.4 Conversion de la puissance du module CPV/PV à la température de référence de 25 °C 20
10.2.5 Modèle sous ciel clair 21
10.2.6 Calcul de la puissance nominale effective du module CPV/PV hybride 21
10.2.7 Procédure de mesure de la puissance d'un module CPV/PV hybride avec une faible valeur FoV 22
10.2.8 Procédure de mesure de la puissance d'un module CPV/PV hybride avec une valeur FoV élevée 23
10.2.9 Détermination du FoV 24
10.3 Caractéristiques assignées de puissance en extérieur des modules CPV/PV hybrides installés sur suiveur solaire à deux axes 26
10.3.1 Caractéristiques assignées de puissance du groupe CPV du module CPV/PV hybride 26
10.3.2 Caractéristiques assignées de puissance du groupe PV à plaques planes du module CPV/PV hybride 27
Annexe A (informative) Caractéristiques générales des modules CPV/PV hybrides 29
A.1 Condition de fonctionnement du module CPV/PV hybride 29
A.2 Condition CPV/PV hybride 29
A.3 Condition PV globale 29
A.4 Module CPV/PV hybride avec plan de lentilles fixe (et plan de cellules mobile) 30
A.5 Module CPV/PV hybride avec plan de lentilles mobile 30
A.6 Module CPV/PV hybride avec suivi solaire intégré 31
A.6.1 Généralités 31
A.6.2 Module CPV/PV hybride avec actionneurs internes 31
A.6.3 Module CPV/PV hybride avec actionneurs externes 32

Annexe B (informative) Essai transitoire d'un module CPV/PV hybride avec suivi solaire interne 33
Bibliographie 34

Figure 1 – Schéma d'un module CPV/PV hybride 7
Figure 2 – Exemple de variation de puissance du module CPV/PV hybride en fonction de l'AOI, par rapport au comportement cos(AOI) (d'après [1]) 8
Figure 3 – Schéma des termes d'éclairement utilisés dans la Formule (4) pour le cas général d'un module CPV/PV hybride monté sur un plan fixe incliné 12
Figure 4 – Exemple d'ajustement de la Formule (7) et de la Formule (8) pour déterminer les coefficients de collecte: a) $\varepsilon_{PV}(\theta,25°)$ et b) $\gamma_{PV}(\theta,25°C)$ 13
Figure 5 – Exemple d'ajustement de la Formule (9), avec $\tau(AOI)$ = 1 pour la détermination du coefficient de collecte φ_{PVext} 14
Figure 6 – Exemple d'ajustement de la Formule (12) pour la détermination du coefficient de collecte $\gamma_{CPV}(\theta,25°)$ 15
Figure 7 – Schéma de l'éclairage du module arrière, lorsque le module CPV/PV hybride adopte des cellules PV bifaces 15
Figure 8 – Schéma de l'angle solaire et de l'angle du suiveur solaire pour le calcul de l'AOI 23
Figure 9 – Schéma du calcul de l'AOI à partir des coordonnées de sortie mesurées par le détecteur sensible aux points 24
Figure 10 – Détermination du FoV à partir de la puissance normalisée du module, en cas de réfraction symétrique; FoV = 16° 25
Figure 11 – Séquence de détermination de la puissance nominale effective 25
Figure 12 – Séquence de détermination des coefficients de collecte $P_1 = P_{CPV}$, $P_2 = P_{PV(inn)}$, $P_3 = P_{PV(ext)}$ 26
Figure A.1 – Schéma du principe de fonctionnement d'un module CPV/PV hybride 29
Figure A.2 – Exemple de production d'énergie d'un module CPV/PV hybride pendant la journée 30
Figure A.3 – Exemple de module CPV/PV hybride avec plan de lentilles fixe et plan de cellules mobile (d'après [3]) 31
Figure A.4 – Exemple de modules CPV/PV hybrides avec un plan de lentilles mobile 31
Figure A.5 – Module CPV/PV hybride avec suivi solaire intégré 32
Figure B.1 – Étapes d'essai transitoire d'un module CPV/PV hybride avec suivi solaire interne 33

Tableau 1 – Conditions normales d'essai (STC) et conditions normales de fonctionnement (SOC) pour les modules CPV/PV hybrides 16
Tableau 2 – Critères de filtrage 17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

Modules CPV/PV hybrides: Caractéristiques générales et procédures de mesure - Partie 1: Mesurages de performances et caractéristiques assignées de puissance - Éclairement et température

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 brevet.

L'IEC 63387-1 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïques de l'énergie solaire. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
82/2634/FDIS	82/2670/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 63387, publiées sous le titre général *Modules CPV/PV hybrides: Caractéristiques générales et procédures de mesure*, 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 séries IEC 61853 [9] [1] et IEC 62670 [10] établissent respectivement les exigences relatives à l'évaluation des performances des modules photovoltaïques (PV) et photovoltaïques à concentration (CPV, Concentrated Photovoltaics) sur la base de la puissance, de l'énergie et du coefficient de performance (PR, Performance Ratio). Elles s'appliquent à la plupart des technologies PV et CPV; en revanche, elles ne sont pas bien adaptées aux modules CPV/PV hybrides, dont les performances peuvent représenter une fonction discontinue de l'angle d'incidence (AOI, Angle Of Incidence), dont la géométrie peut inclure une zone "morte" PV en plus du châssis du module, et pour lesquels il est important de spécifier un spectre de référence approprié pour le faisceau et les composantes diffuses.

La rédaction du présent document s'explique donc par la nécessité de définir des procédures et termes spécifiques pour mesurer les performances de modules CPV/PV hybrides. Certains modules CPV/PV hybrides comportant des actionneurs de suivi solaire intégré et des parties mobiles internes, il est également envisagé d'élaborer des normes de qualification spécifiques pour ces modules.

[1] Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63387 spécifie les méthodes d'évaluation des performances des modules CPV/PV hybrides en ce qui concerne les caractéristiques assignées de puissance. Les conditions normales d'évaluation de la puissance générée par le module et des procédures de mesure de la puissance en fonction de l'AOI, de l'éclairement et de la température sont définies. Une méthodologie visant à définir un ensemble de valeurs pour les paramètres de caractérisation du module CPV/PV hybride (champ de vision) est également incluse. Pour comparer les performances des différents modules CPV/PV hybrides dont la sortie est discontinue et fonction du temps, le concept de puissance nominale effective a été introduit.

Le présent document a été rédigé de façon à pouvoir s'appliquer aux modules CPV/PV hybrides équipés de cellules photovoltaïques conçues pour récupérer la concentration de lumière (ensemble de cellules CPV) et de cellules photovoltaïques conçues pour récupérer la lumière diffuse ou globale (ensemble de cellules PV), ces dernières avec un éclairage biface ou monoface. Le présent document s'applique aux modules CPV/PV hybrides dont le rapport de concentration géométrique est supérieur à 3 pour les cellules CPV. Pour les rapports de concentration géométrique inférieurs (≤ 3), les séries IEC 60904-1 [11] et IEC 61853 [9] s'appliquent.

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

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

IEC 62108, *Modules et ensembles photovoltaïques à concentration - Qualification de la conception et homologation*

IEC 62670-1, *Concentrateurs photovoltaïques (CPV) - Essai de performances - Partie 1: Conditions normales*

IEC 62670-3, *Concentrateurs photovoltaïques (CPV) - Essai de performances - Partie 3: Mesurages de performances et rapport de puissance*

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)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC TS 60904-1-2, l'IEC TS 61836, l'IEC 62108 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