



Institut luxembourgeois de la normalisation  
de l'accréditation, de la sécurité et qualité  
des produits et services

**ILNAS-EN IEC 60904-9:2020**

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

Photovoltaische Einrichtungen - Teil 9:  
Klassifizierung der Eigenschaften von  
Sonnensimulatoren

Photovoltaic devices - Part 9:  
Classification of solar simulator  
characteristics

**11/2020**



## Avant-propos national

Cette Norme Européenne EN IEC 60904-9:2020 a été adoptée comme Norme Luxembourgeoise ILNAS-EN IEC 60904-9:2020.

Toute personne intéressée, membre d'une organisation basée au Luxembourg, peut participer gratuitement à l'élaboration de normes luxembourgeoises (ILNAS), européennes (CEN, CENELEC) et internationales (ISO, IEC) :

- Influencer et participer à la conception de normes
- Anticiper les développements futurs
- Participer aux réunions des comités techniques

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

### **CETTE PUBLICATION EST PROTÉGÉE PAR LE DROIT D'AUTEUR**

Aucun contenu de la présente publication ne peut être reproduit ou utilisé sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit - électronique, mécanique, photocopie ou par d'autres moyens sans autorisation préalable !

**NORME EUROPÉENNE**  
**EUROPÄISCHE NORM**  
**EUROPEAN STANDARD**

**EN IEC 60904-9**

Novembre 2020

ICS 27.160

Remplace l' EN 60904-9:2007 ainsi que l'ensemble de ses amendements et corrigenda (le cas échéant)

Version française

**Dispositifs photovoltaïques - Partie 9: Classification des caractéristiques des simulateurs solaires (IEC 60904-9:2020)**

Photovoltaische Einrichtungen - Teil 9: Klassifizierung der Eigenschaften von Sonnensimulatoren  
 (IEC 60904-9:2020)

Photovoltaic devices - Part 9: Classification of solar simulator characteristics  
 (IEC 60904-9:2020)

La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2020-10-23. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à cette Norme Européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du CEN-CENELEC Management Centre ou auprès des membres du CENELEC.

La présente Norme Européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale, et notifiée au CEN-CENELEC Management Centre, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République de Serbie, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
 Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
 European Committee for Electrotechnical Standardization

**CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Bruxelles**

## Avant-propos européen

Le texte du document 82/1756/FDIS, future édition 3 de IEC 60904-9, préparé par le TC 82 "Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire", a été soumis au vote parallèle IEC-CENELEC et approuvé par le CENELEC en tant que EN IEC 60904-9:2020.

Les dates suivantes sont fixées:

- date limite à laquelle ce document doit être mis en application au niveau national par publication d'une norme nationale identique ou par entérinement (dop) 2021-07-23
- date limite à laquelle les normes nationales conflictuelles doivent être annulées (dow) 2023-10-23

Ce document remplace l'EN 60904-9:2007 ainsi que l'ensemble de ses amendements et corrigenda (le cas échéant).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CENELEC ne saurait être tenu pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

## Notice d'entérinement

Le texte de la Norme internationale IEC 60904-9:2020 a été approuvé par le CENELEC comme Norme Européenne sans aucune modification.

Dans la version officielle, ajouter dans la Bibliographie les notes suivantes pour les normes indiquées:

|                  |      |                                                     |
|------------------|------|-----------------------------------------------------|
| IEC 60891        | NOTE | Harmonisée comme EN 60891                           |
| IEC 60904-2      | NOTE | Harmonisée comme EN 60904-2                         |
| IEC 60904-7:2019 | NOTE | Harmonisée comme EN IEC 60904-7:2019 (non modifiée) |

## Annexe ZA (normative)

### Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes

Les documents suivants cités dans le texte 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).

NOTE 1 Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), l'EN/le HD correspondant(e) s'applique.

NOTE 2 Les informations les plus récentes concernant les dernières versions des Normes Européennes listées dans la présente annexe sont disponibles à l'adresse suivante: [www.cenelec.eu](http://www.cenelec.eu).

| <u>Publication</u> | <u>Année</u>   | <u>Titre</u>                                                                                                                                                                                        | <u>EN/HD</u>   | <u>Année</u> |
|--------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| IEC 60904-1        | -              | Dispositifs photovoltaïques - Partie 1: Mesurage des caractéristiques courant-tension des dispositifs photovoltaïques                                                                               | EN IEC 60904-1 | -            |
| 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 | EN IEC 60904-3 | -            |
| IEC/TR 60904-14    | — <sup>1</sup> | Photovoltaic devices - Part 14: Guidelines for production line measurements of single junction PV module maximum power output and reporting at standard test conditions                             | -              | -            |
| IEC/TS 61836       | -              | Solar photovoltaic energy systems - Terms, definitions and symbols                                                                                                                                  | -              | -            |

<sup>1</sup> En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: 82/1748/DTR.



# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Photovoltaic devices –  
Part 9: Classification of solar simulator characteristics**

**Dispositifs photovoltaïques –  
Partie 9: Classification des caractéristiques des simulateurs solaires**

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                                                                     | 32 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                                                                                          | 34 |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                                                          | 35 |
| 3 Termes et définitions .....                                                                                                                                                          | 35 |
| 4 Classification des caractéristiques des simulateurs solaires .....                                                                                                                   | 40 |
| 5 Procédures de mesure.....                                                                                                                                                            | 42 |
| 5.1 Remarques d'introduction .....                                                                                                                                                     | 42 |
| 5.2 Égalisation spectrale.....                                                                                                                                                         | 42 |
| 5.2.1 Généralités .....                                                                                                                                                                | 42 |
| 5.2.2 Appareillage .....                                                                                                                                                               | 43 |
| 5.2.3 Procédure.....                                                                                                                                                                   | 43 |
| 5.2.4 Incertitude de mesure .....                                                                                                                                                      | 44 |
| 5.3 Non-uniformité de l'éclairement énergétique dans le plan d'essai .....                                                                                                             | 45 |
| 5.3.1 Généralités .....                                                                                                                                                                | 45 |
| 5.3.2 Appareillage .....                                                                                                                                                               | 45 |
| 5.3.3 Procédure.....                                                                                                                                                                   | 46 |
| 5.3.4 Incertitude de mesure de la non-uniformité .....                                                                                                                                 | 48 |
| 5.4 Instabilité temporelle de l'éclairement énergétique .....                                                                                                                          | 48 |
| 5.4.1 Simulateurs solaires pour mesurage I-V .....                                                                                                                                     | 48 |
| 5.4.2 Simulateurs solaires pour l'exposition à l'éclairement énergétique .....                                                                                                         | 50 |
| 5.4.3 Classification de l'instabilité temporelle .....                                                                                                                                 | 51 |
| 5.4.4 Incertitude de l'instabilité temporelle.....                                                                                                                                     | 51 |
| 5.5 Couverture spectrale AM1.5 (SPC) .....                                                                                                                                             | 52 |
| 5.6 Déviation spectrale AM1.5 (SPD) .....                                                                                                                                              | 52 |
| 6 Plaque d'identification et fiche technique .....                                                                                                                                     | 52 |
| Annexe A (informative) Évaluation de l'erreur de désadaptation des réponses spectrales: Sensibilité à l'éclairement énergétique spectrique .....                                       | 54 |
| A.1 Généralités .....                                                                                                                                                                  | 54 |
| A.2 Estimation de l'incertitude liée à la désadaptation des réponses spectrales lorsque les sensibilités spectrales sont connues .....                                                 | 54 |
| A.3 Sensibilité de l'éclairement énergétique spectrique pour l'erreur de désadaptation des réponses spectrales lorsque la variation des sensibilités spectrales n'est pas connue ..... | 55 |
| A.4 Rapport.....                                                                                                                                                                       | 58 |
| Bibliographie.....                                                                                                                                                                     | 59 |
| Figure 1 – Emplacements de mesure de l'éclairement énergétique spectrique d'une zone d'essai rectangulaire (gauche) et d'une zone d'essai circulaire (droite) .....                    | 44 |
| Figure 2 – Évaluation de la STI pour un simulateur solaire à longues impulsions .....                                                                                                  | 50 |
| Figure 3 – Évaluation de la STI pour un simulateur solaire à courtes impulsions .....                                                                                                  | 50 |
| Figure A.1 – Sensibilité spectrale virtuelle avec ses dispersions et les paramètres de modélisation .....                                                                              | 56 |
| Figure A.2 – Courbes SR de référence pour les technologies PV typiques .....                                                                                                           | 57 |
| Figure A.3 – Robustesse de l'éclairement énergétique spectrique par rapport à l'erreur de désadaptation des réponses spectrales .....                                                  | 58 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 – Répartition de l'éclairement énergétique spectrique solaire de référence global indiquée dans l'IEC 60904-3 et contribution des intervalles de longueurs d'onde à l'éclairement énergétique total dans la plage de longueurs d'onde réduite de 400 nm à 1100 nm..... | 38 |
| Tableau 2 – Répartition de l'éclairement énergétique spectrique solaire de référence global indiquée dans l'IEC 60904-3 et contribution des intervalles de longueurs d'onde à l'éclairement énergétique total dans la plage de longueurs d'onde étendue de 300 nm à 1200 nm..... | 38 |
| Tableau 3 – Définition des classifications de simulateurs solaires.....                                                                                                                                                                                                          | 41 |
| Tableau A.1 – Courbes SR de référence pour les technologies PV typiques .....                                                                                                                                                                                                    | 57 |