

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62446, publiées sous le titre général *Systèmes photovoltaïques (PV) – Exigences pour les essais, la documentation et la maintenance*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 62446-1:2016.

Les exigences de l'IEC 62446-2 doivent être utilisées avec celles de l'IEC 62446-1:2016 et complètent ou modifient les articles de l'IEC 62446-1:2016. Tous les Articles 1 à 9 de l'IEC 62446-1:2016 s'appliquent, y compris les Annexes applicables. Si l'IEC 62446-2 contient des articles qui complètent, modifient ou remplacent des articles de l'IEC 62446-1:2016, le texte correspondant de l'IEC 62446-1:2016 doit être appliqué avec les modifications exigées.

Les articles, paragraphes, figures, tableaux et annexes supplémentaires par rapport à ceux de l'IEC 62446-1:2016 sont numérotés dans la continuité de ceux de l'IEC 62446-1:2016.

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. À cette date, la publication sera

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

## INTRODUCTION

La présente Partie 2 de l'IEC 62446 donne les exigences et recommandations en matière de maintenance des systèmes PV, y compris les examens périodiques, la maintenance préventive liée à la sécurité et aux performances, la maintenance corrective et le dépannage. Les systèmes PV connectés au réseau sont en général considérés comme étant des moyens de production d'énergie faisant l'objet d'une maintenance très limitée. Même si cette affirmation est vraie concernant les sources de production conventionnelles qui utilisent du combustible et/ou des machines tournantes, les systèmes PV exigent de prévoir un certain niveau de maintenance préventive et corrective anticipé sur toute la durée de vie, qui peut dépasser 20 ans. Le niveau de maintenance exigé ou recommandé pour les performances peut varier dans une large mesure en fonction des préférences du propriétaire ou des obligations contractuelles en matière de production d'énergie. Toutefois, un niveau minimal de surveillance et de maintenance est essentiel pour la sécurité et la réduction des risques d'incendie. Le respect d'un ensemble minimal d'exigences en matière de maintenance fait également partie des objectifs du système d'évaluation de la conformité IECRE, qui a pour vocation d'homologuer les systèmes PV et les centrales entre le stade de la conception et celui de l'exploitation.

## SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) – EXIGENCES POUR LES ESSAIS, LA DOCUMENTATION ET LA MAINTENANCE –

### Partie 2: Systèmes connectés au réseau électrique – Maintenance des systèmes PV

#### 1 Domaine d'application

Cet article de l'IEC 62446-1:2016 s'applique, avec l'exception suivante:

*Ajout:*

La présente Partie 2 de l'IEC 62446 décrit les exigences et recommandations de base en matière de maintenance préventive, corrective et de performances concernant les systèmes PV connectés au réseau. Les procédures de maintenance couvrent:

- La maintenance de base des composants et connexions du système pour la fiabilité, la sécurité et la prévention contre les incendies;
- Les mesures de maintenance corrective et de dépannage
- La sécurité des travailleurs

Le présent document porte également sur les activités de maintenance permettant d'optimiser les performances prévues (nettoyage du module et entretien de la végétation, par exemple). Les considérations particulières concernant exclusivement les systèmes sur toiture et les systèmes placés au sol sont récapitulées. Le présent document ne couvre pas les systèmes hors réseau ou les systèmes contenant des batteries ou d'autres technologies de stockage d'énergie. Toutefois, des parties peuvent s'appliquer aux circuits PV de ces systèmes.

Le présent document ne couvre pas non plus la maintenance des équipements moyenne et haute tension en courant alternatif qui sont parfois intégrés à des systèmes de plus grande ampleur, ces exigences n'étant pas spécifiques aux systèmes PV.

La maintenance des systèmes PV est souvent assimilée au terme passe-partout "exploitation et maintenance" (O&M – operations and maintenance). Le présent document ne traite pas les processus opérationnels commerciaux ou de gestion (les prévisions, les mesures incitatives en matière de prix des services publics, etc.) ni d'autres considérations reposant sur des facteurs extérieurs aux conditions de fonctionnement, à la sécurité et aux performances du système de base.

La confirmation de la conformité d'un système aux normes de conception et d'installation appropriées fait l'objet de la Partie 1 et a lieu au moment de la mise en service initiale du projet.

Le présent document a pour objet:

- d'identifier un ensemble d'exigences en matière de maintenance qui peuvent être différentes selon le type de système (échelle résidentielle, commerciale et du service de distribution), le propriétaire ou les exigences de financement.
- d'identifier les étapes de maintenance supplémentaires qui sont recommandées ou facultatives.
- d'identifier les facteurs à utiliser pour déterminer les intervalles de maintenance appropriés.
- de s'assurer que les méthodes de télédiagnostic peuvent être utilisées pour la vérification périodique, l'identification des problèmes et la détection précoce des défaillances.

- de s'assurer que d'autres moyens de satisfaire aux exigences de maintenance sont autorisés pour s'adapter aux innovations, aux méthodes spécifiques au fabricant, aux exigences évolutives du client, etc.

## 2 Références normatives

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).

Cet Article de l'IEC 62446-1:2016 s'applique, avec l'exception suivante:

*Ajout*

IEC TS 61724-2, *Photovoltaic system performance – Part 2: Capacity evaluation method* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 61724-3, *Photovoltaic system performance – Part 3: Energy evaluation method* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 61836:2016, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols* (disponible en anglais seulement)

IEC 62020, *Petit appareillage électrique – Contrôleurs d'isolement à courant différentiel résiduel (RCM) pour usages domestiques et analogues*

IEC 62446-1:2016, *Systèmes photovoltaïques (PV) – Exigences pour les essais, la documentation et la maintenance – Partie 1: Systèmes connectés au réseau électrique – Documentation, essais de mise en service et examen*

IEC TS 62446-3:2017, *Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance – Part 3: Photovoltaic modules and plants – Outdoor infrared thermography* (disponible en anglais seulement)

IEC 62548, *Groupes photovoltaïques (PV) – Exigences de conception*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC TS 61836 et ceux de l'Article 3 de l'IEC 62446-1:2016 s'appliquent, avec les ajouts suivants:

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

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

*Ajout:*

### 3.17

#### structure portante

matériel (également appelé "rayonnage") permettant de soutenir physiquement des modules ou des groupes de modules et de les positionner selon une orientation fixe ou mobile en fonction de la trajectoire du soleil

**3.18****socle**

fondation, souvent en béton ou en ciment (mais pas exclusivement), utilisée pour le montage et la fixation des onduleurs, des sectionneurs, des transformateurs ou d'autres matériels associés à un système PV

Note 1 à l'article: En général, les socles sont installés dans des systèmes montés au sol ou à côté de bâtiments pour les systèmes volumineux installés sur le toit lorsque le matériel est trop grand pour être monté au mur.

**3.19****boîtier de combinateur**

boîte de jonction dans laquelle les connexions parallèles des chaînes, sous-modules ou modules PV sont réalisées

**3.20****personne qualifiée**

personne qui a acquis, par une formation, une qualification et/ou par l'expérience, les connaissances et les compétences nécessaires pour exécuter correctement les tâches exigées

[SOURCE: IEC 62548:2016, 3.1.7 "personne compétente"]

**3.21****boîtier de combinateur de groupe photovoltaïque**

boîte de jonction à laquelle les sous-groupes photovoltaïques sont connectés et qui peut également contenir des dispositifs de protection contre les surintensités et/ou des interrupteurs-sectionneurs

Note 1 à l'article: En général, les petits groupes ne contiennent aucun sous-groupe et sont simplement constitués de chaînes, contrairement aux groupes importants qui sont généralement constitués de plusieurs sous-groupes.

[SOURCE: IEC 62548:2016, 3.1.36]

**3.22****équilibre du système**

dans un système d'énergie renouvelable, tous les composants autres que le mécanisme utilisés pour récupérer les ressources (les groupes ou modules photovoltaïques, par exemple)

**3.23****verrouillage/étiquetage****LOTO**

procédure de sécurité visant à s'assurer que le matériel est correctement mis hors tension et qu'il ne peut pas être remis sous tension par un mécanisme de verrouillage tant que le personnel de service n'a pas estimé qu'il pouvait l'être en toute sécurité

Note 1 à l'article: LOTO est une pratique en vigueur dans certains pays. Différentes procédures de sécurité (les "cinq règles de base de la sécurité" de l'EN 50110-1 pour l'Europe, par exemple) s'appliquent dans différentes parties du monde.

Note 2 à l'article: L'abréviation "LOTO" est dérivée du terme anglais développé correspondant "lockout/tagout".

**3.24****équipement de protection individuelle****EPI**

tout dispositif ou moyen destiné à être porté ou tenu par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa santé ainsi que sa sécurité lors de travaux sous tension

[SOURCE: IEC 60050-651:2014, 651-23-01]

**3.25****personnel autorisé**

personne agréée ou autorisée par le propriétaire/l'opérateur du système à exécuter un type particulier de tâches pour lesquelles elle est qualifiée ou à se trouver à un ou des endroits particuliers du site d'installation

**3.26****faisceau électrique**

assemblage de câble qui regroupe la sortie de plusieurs conducteurs de chaîne PV le long d'un seul conducteur principal. Le faisceau peut ou peut ne pas inclure de composants de fusible sur les conducteurs de chaîne individuels

**3.27****onduleur central**

onduleur dont les entrées sont composées de plusieurs circuits de sous-groupe ou de groupe

Note 1 à l'article: La capacité des onduleurs centraux est importante par rapport à celle des onduleurs de chaîne. La plage de tailles classique est comprise entre 100 kW et 4 MW.

**3.28****surveillance au niveau du module****MLM**

dispositif ou matériel utilisé pour surveiller la puissance et la tension au niveau du module PV

Note 1 à l'article: Les micro-onduleurs et les convertisseurs courant continu/courant continu au niveau du module incluent ce type de fonctionnalités.

Note 2 à l'article: L'abréviation "MLM" est dérivée du terme anglais développé correspondant "module-level monitoring".

**3.29****microfissure**

fissure induite par une pression ou une contrainte exercée sur un module PV cristallin et qui est en général invisible à l'œil nu

Note 1 à l'article: Les microfissures se manifestent notamment par un effet de décoloration appelé, dans le secteur photovoltaïque, "traces d'escargot". Les traces d'escargot sont le résultat de la diffusion d'humidité à travers la microfissure vers la surface de la cellule. Les réactions corrosives ou chimiques qui s'en suivent provoquent une décoloration très notable sur les lignes de fissures. Toutes les microfissures ne donnent pas lieu à des traces d'escargot, mais toutes les traces d'escargot résultent de fissures ou de microfissures.

**3.30****système d'acquisition de données****DAS**

système de surveillance des différents paramètres du système PV (état de l'onduleur, puissance restituée, tensions et courants (au niveau du groupe, du sous-groupe, de la chaîne et/ou du module), éclairement du soleil, températures, vitesse du vent, etc.)

Note 1 à l'article: L'abréviation "DAS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "data acquisition system".

**3.31****commande d'arrêt**

mise hors tension automatique des circuits en courant continu du groupe PV ciblé par isolement, déconnexion ou atténuation de la tension à des limites sûres

Note 1 à l'article: Dans certains pays, ce type de matériel est disponible sous la forme de matériel "à arrêt rapide" pour les services d'urgence et est activé par une déconnexion du système côté courant alternatif ou par d'autres moyens de commande à distance.

## 4 Exigences relatives à la documentation du système

Cet article de l'IEC 62446-1:2016 s'applique avec les exceptions suivantes:

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

#### 4.1 Généralités

*Ajout:*

Il convient de prévoir une documentation supplémentaire venant à l'appui des mesures et activités de maintenance, et il convient qu'elle soit renseignée par le personnel de maintenance à la suite d'un examen, d'une opération de maintenance ou d'une réparation. Il convient de consigner la date, la description de l'activité et toutes les conclusions.

#### 4.8 Informations sur le fonctionnement et la maintenance

*Ajout:*

- h) Les réglages de l'alarme du système de surveillance.
- i) La planification des intervalles de vérification et de maintenance (voir 10.2).
- j) L'évolution des recommandations spécifiques au site pour les essais périodiques ou complémentaires reposant sur les conclusions établies pendant les activités de maintenance, les essais ou les examens.
- k) Les plans après construction et une liste précise des principaux composants, en indiquant toutes les substitutions et composants endommagés et/ou remplacés.
- l) Une liste des pièces détachées et un plan de remplacement des composants applicables.
- m) Toutes les recommandations spécifiques au site en matière de surveillance périodique et d'essai des nouveaux composants ou sous-systèmes expérimentaux.
- n) Le plan d'étalonnage des composants, y compris les dispositifs de surveillance de la puissance et des conditions météorologiques.
- o) Les certificats et dates d'étalonnage des composants ou un historique de leurs dates de remplacement, selon le cas.

Le personnel d'exploitation et de maintenance doit travailler avec le propriétaire du système ou l'opérateur responsable pour rechercher ou recréer toute la documentation manquante couverte par cette liste, tout en conservant la documentation en lieu sûr.

*Ajout:*

#### 4.10 Évaluation comparative des résultats

Des indicateurs de réalisation du système doivent être mis en place à partir des rapports d'essai réalisés selon un ou plusieurs des éléments suivants:

- a) Articles relatifs aux performances de l'IEC 62446-1:2016,
- b) IEC TS 61724-2,
- c) IEC TS 61724-3, et,
- d) Tous les essais supplémentaires relatifs aux performances.

L'évaluation comparative doit être utilisée pour procéder à une comparaison avec les contrôles des performances répétés qui ont lieu pendant les procédures de maintenance indiquées dans l'IEC 62446-2. Il convient que les informations de l'évaluation comparative incluent au moins les paramètres et les informations du Rapport d'essai du groupe PV modèle donné à l'Annexe C informative de l'IEC 62446-1:2016.

#### 4.11 Documentation des enregistrements

Les données et résultats d'essai issus des procédures de maintenance détaillées dans l'Article 9 de l'IEC 62446-1:2016 doivent être conservés. Il convient d'utiliser ces enregistrements pour les références, les tendances en matière de performances et les actions correctives, et pour les enregistrements généraux en cas de réclamations au titre de la garantie ou de changement de propriétaire du système.

## 5 Vérification

Le présent article et les paragraphes de l'IEC 62446-1:2016 s'appliquent lorsque les exigences de l'IEC 62446-2 l'imposent de manière spécifique.

## 6 Procédures d'essai – Catégorie 1

Le présent article et les paragraphes de l'IEC 62446-1:2016 s'appliquent lorsque les exigences de l'IEC 62446-2 l'imposent de manière spécifique.

## 7 Procédures d'essai – Catégorie 2

Le présent article et les paragraphes de l'IEC 62446-1:2016 s'appliquent lorsque les exigences de l'IEC 62446-2 l'imposent de manière spécifique.

## 8 Procédures d'essai – Essais additionnels

Le présent article et les paragraphes de l'IEC 62446-1:2016 s'appliquent lorsque les exigences de l'IEC 62446-2 l'imposent de manière spécifique.

## 9 Rapports de vérification

Le présent article de l'IEC 62446-1:2016 s'applique pour des instances particulières (dans le cas d'une condition de revente ou d'évaluation, par exemple), mais n'est pas systématiquement exigé.

*Ajout:*

## 10 Protocoles de maintenance

### 10.1 Généralités

Le présent article décrit les différents protocoles de maintenance des systèmes PV connectés au réseau. Cela comprend:

- La vérification périodique visant à déterminer, pour autant que cela soit raisonnablement réalisable, si l'installation et tout le matériel qui la compose demeurent dans des conditions d'utilisation sûre satisfaisantes. La vérification périodique inclut les examens et les essais de maintenance relative à la sécurité.
- Maintenance régulière recommandée liée aux performances.
- Les activités de maintenance conditionnelle, réalisées en réponse à des questions ou des problèmes détectés dans le cadre de la surveillance, des examens ou des essais.
- Les activités de maintenance administrative – celles exigées par les contrats et garanties. Elles comprennent la maintenance préventive, et sont souvent utilisées pour décrire les procédures réalisées régulièrement pour atteindre les objectifs de durée de vie du composant.
- Procédures de maintenance corrective – procédures d'atténuation ou de restauration spécifique réalisées en réponse à des problèmes identifiés.
- Dépannage, y compris les mesures généralisées décrites dans le présent document, ainsi que les procédures spécifiques au fabricant pour les composants de matériel individuel.

Il s'agit de faire en sorte que ces protocoles soient par nature flexibles afin:

- d'utiliser des méthodes de télédiagnostic pour la vérification périodique, l'identification des problèmes et la détection précoce des défaillances;
- de s'assurer que d'autres moyens de satisfaire aux exigences de maintenance sont autorisés pour s'adapter aux innovations, aux méthodes spécifiques au fabricant, aux exigences évolutives du client, etc.

Il convient que le personnel qui procède aux examens ou à la maintenance des matériels électriques soit qualifié et compétent et suive les lignes directrices générales décrites à l'Annexe E.

## 10.2 Intervalles de vérification et déclencheurs

En fonction des recommandations ou des exigences de garantie des fabricants de composants et des intégrateurs système, il peut s'avérer nécessaire de planifier les activités de maintenance préventive avant de détecter une défaillance sur le terrain, au lieu de laisser les parties tomber en panne. Cela permet de maintenir le matériel dans son meilleur état de fonctionnement tout en réduisant le plus possible l'indisponibilité en planifiant la maintenance (dans l'idéal hors des heures de production) et d'éviter une durée d'indisponibilité plus longue en cas de réparations imprévues. Pour les réseaux de centrale électrique plus importants à l'échelle industrielle et commerciale, il est recommandé de stocker les pièces de rechange des composants essentiels afin de réduire le plus possible le temps de réponse. En fonction des recommandations du fabricant et des préférences du propriétaire/de l'opérateur, les activités peuvent inclure le nettoyage/remplacement des filtres de l'onduleur, le remplacement des colliers de serrage en plastique du module, la manœuvre des interrupteurs, le remplacement des fusibles, etc. Les remplacements opérés dans le cadre d'activités de maintenant périodique ou corrective doivent l'être avec les mêmes pièces ou des pièces équivalentes préalablement approuvées par le fabricant du matériel ou par l'opérateur système responsable.

Il convient de procéder à une vérification et une maintenance à intervalles réguliers tout au long de la durée de vie d'un système PV et en réponse à des déclencheurs particuliers. Ces intervalles peuvent varier considérablement, en fonction:

- du type de système (centrale électrique placée au sol, commercial, résidentiel, etc.);
- de l'étendue des fonctionnalités de télésurveillance;
- des exigences contractuelles ou des garanties de performances;
- des pratiques recommandées par le fabricant en matière de maintenance des composants spécifiques;
- des considérations spécifiques au site;
- des analyses coûts-bénéfices.

NOTE Deux publications IEC établissent un lien entre les activités de maintenance, la disponibilité du système et les coûts du cycle de vie, ainsi que les bases d'une collecte de données dans un format adapté aux différentes approches et analyses. Voir l'IEC 60300-3-3 et l'IEC TS 63019.

Le présent document ne spécifie pas d'intervalles de vérification ou de maintenance compte tenu du vaste ensemble de facteurs qui varient en fonction de l'application, du site et des obligations du propriétaire ou de l'opérateur. Toutefois, le Tableau 3 identifie les tâches de vérification au niveau du système et du composant et donne des recommandations pour déterminer les intervalles de vérification. La colonne Base de l'intervalle donne des exemples spécifiques de problèmes qui justifient des intervalles de vérification plus rapprochés. Par exemple, il convient que les systèmes situés sur des sites exposés aux inondations ou aux orages fassent l'objet d'examens ou de vérifications des performances de composants particuliers plus fréquents.

Le Tableau 3 identifie également l'article ou le paragraphe correspondant du présent document décrivant chacune des tâches ou procédures de vérification. Les colonnes "P" et "I" indiquent si les tâches de vérification conditionnelle sont le plus souvent déclenchées en fonction des problèmes de performances ("P") détectés (une faible sortie mesurée, par exemple) ou des incidents (I) particuliers (des défauts ou des défaillances de composant, par exemple).

**Tableau 3 – Tâches de vérification et de maintenance et base de la détermination des intervalles entre les tâches**

Composant/Tâche		Article/ Paragraphe correspondant	P	I	Base de l'intervalle
<b>Modules</b>					
	Rechercher les fissures, la délamination, la rupture, les brûlures	11.32.3	X	X	Zones à forte activité orageuse ou éolienne, activité de construction à proximité, systèmes de vieillissement (en cas de délamination).
	Rechercher les microfissures ou les "traces d'escargot"			X	Produits présentant des antécédents de microfissures. Sites dont les modules, etc. sont soumis à des forces générées par la neige ou le vent. Les impacts peuvent être plus importants dans les zones à humidité élevée.
	Rechercher l'accumulation excessive de terre ou de fientes			X	Lorsque le site est susceptible de faire l'objet d'une quantité importante de salissures, de fientes d'oiseaux, etc.
	Imagerie thermique des boîtes de jonction, variations de cellule, connexions internes, fonctionnement partiel.	11.3.3	X	X	Peut être la méthode par défaut pour les grandes centrales (utilisant l'imagerie aérienne, par exemple). Les emplacements sujets à la foudre (pour les diagnostics de diode de dérivation, par exemple). Biais saisonniers pour les essais afin d'assurer un éclairement élevé (l'été, par exemple).
	Contrôles de connecteur – dommage visuel, étanchéité de l'échantillon	11.3.4	X	X	Si les connecteurs font l'objet d'un vieillissement ou sont exposés à des vents forts ou à d'autres sources de mouvement ou de contrainte. Si différents fabricants de connecteurs sont utilisés. Pour les sites utilisant un nombre anormalement élevé de connecteurs assemblés sur place ou historique des problèmes rencontrés avec des connecteurs assemblés sur place.
	Imagerie des connecteurs de module pour les connexions résistives, fissurées ou compromises	11.3.4	X	X	Seules les connexions conditionnelles (sauf si le système contient un historique des problèmes liés au connecteur) et de défaut d'arc et/ou la détection de défaut à la terre sensible ne sont pas incluses.
<b>Groupe</b>					
	Débris ou éléments stockés sous le groupe	11.2.1		X	Pour les centrales électriques placées au sol suivant les activités de construction ou de maintenance substantielle. Prendre en considération les autres types de débris portés par le vent ou provenant d'une autre source.
	Activité animale ou parasite sous le groupe	11.2.1			En fonction des conditions du site, et en cas d'éventuel impact sur le câblage ou le matériel. Peut être saisonnier en fonction de l'animal (nidification au printemps, par exemple).
	Essai de résistance d'isolement périodique	IEC 62446-1:2016, 6.7	X	X	Pour les systèmes dotés de groupes fonctionnellement mis à la terre, des essais périodiques sur site dont le câblage fait l'objet d'un historique ou est susceptible d'être endommagé, ou si des essais peuvent être réalisés conjointement avec des vérifications d'onduleur périodiques.
	Tracer les sources d'ombrage en fonction d'éléments de référence pendant la mise en service	11.4.3	X		En fonction des besoins pour le diagnostic des problèmes de performances. Peut être utile en mesure préventive sur les sites bordés d'arbres et/ou pour lesquels les performances ont été définies par contrat, etc.